



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. Ancash - 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Navarro Arellano, Lourdes Mery (ORCID: 0000-0002-0377-3311)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Benites Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

**Lima – Perú**

**2019**

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios por concederme la dicha de realizar el gran sueño de la carrera profesional de Ingeniería Civil, a la familia por darme todas sus energías positivas y fuerzas en cada momento que sentía que no se podía culminar alguna tarea y a mi madre por sus principios y educación los cuales aportan a cada instante, para realizar cada tarea en la tarea en la vida cotidiana.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios principalmente por bendecirme en todo momento, además por hacer una realidad mi sueño, así mismo, a la Universidad César Vallejo por concederme la oportunidad de estudiar y ser un profesional, a mi asesor por su dedicación, experiencia, conocimientos y motivación ha logrado en mí, guiarme para terminar mi presente tesis con éxito. Además, agradecer a los docentes en el lapso de mi carrera profesional, ya que, todos han contribuido con un granito de arena a mi formación. Por último y no menos importante a mi padre que no está aquí conmigo, pero no de mi corazón y mis recuerdos, mi madre, hermanos y amistades agradecerles sus consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida para lograr terminar con éxito la carrera profesional.

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **NAVARRO ARELLANO, Lourdes Mery** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 20 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>NAVARRO ARELLANO, Lourdes Mery</b>	
DNI: 43047430	Firma 
ORCID: 0000-0002-0377-3311	

## Índice

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice figuras .....	viii
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>39</b>
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	40
2.2 Operacionalización de variables .....	41
2.3. Población, muestra y muestreo.....	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	42
2.5 Procedimiento.....	44
2.6. Método de análisis de datos.....	44
2.7 Aspectos éticos.....	45
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>46</b>
3.1. Descripción de la zona de estudio.....	47
3.2 Diseño de mezcla asfáltica.....	50
3.3. Ensayos realizados.....	51
3.4. Descripción del Proceso Constructivo detallado de panel test del núcleo asfáltico.....	62
3.5. Resultados de panel test del núcleo asfáltico para espesores de 15 cm y 20 cm.....	67
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>72</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>86</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Límites Granulométricos para Mezcla de Agregados.....	52
<b>Tabla 2:</b> Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC).....	53
<b>Tabla 3:</b> Características granulométricas de los agregados .....	53
<b>Tabla 4:</b> Contenido de Humedad de los agregados .....	55
<b>Tabla 5:</b> Ensayos de aceptación de agregados.....	56
<b>Tabla 6:</b> Requerimiento para agregado grueso.....	57
<b>Tabla 7:</b> Requerimiento para agregado fino.....	57
<b>Tabla 8:</b> Características geométricas físicas y químicas de los agregados.....	57
<b>Tabla 9:</b> Reporte de análisis de cemento asfáltico REPSOL.....	58
<b>Tabla 10:</b> Reporte de análisis de cemento asfáltico REPSOL.....	59
<b>Tabla 11:</b> Proporciones de agregados en el diseño de la mezcla asfáltica.....	59
<b>Tabla 12:</b> Resultados del ensayo Marshall en el diseño de mezcla asfáltica.....	61
<b>Tabla 13:</b> Resultados del ensayo Marshall optimo en diseño de mezcla asfáltica.....	61
<b>Tabla 14:</b> El diseño de mezcla de acuerdo al porcentaje ponderado de cada material.....	61
<b>Tabla 15:</b> Características de compactación por Capa.....	65
<b>Tabla 16:</b> Características de compactación por Capa.....	68
<b>Tabla 17:</b> Resultados de Porcentaje de Vacíos en la junta transversal.....	69

## Índice de Figuras

<b>Figura 1:</b> Vista de la presa de relaves tomada desde el estribo izquierdo.....	3
<b>Figura 2:</b> Vista de la presa de relaves.....	4
<b>Figura 3:</b> Extracción de material calcáreo para procesar como agregados.....	4
<b>Figura 4:</b> Secciones típicas de caras de concreto asfáltico.....	5
<b>Figura 5:</b> Sección típica de una presa con núcleo de concreto asfáltico.....	5
<b>Figura 6:</b> Pavimentos en carreteras, aeropuertos y estacionamientos.....	23
<b>Figura 7:</b> Izquierda: Extendido y compactación de concreto asfáltico en talud de canal (Orozco R., 2008), Derecha: Construcción de presa Storglomvath - Noruega usando núcleo de concreto asfáltico impermeable Hoeg, K. (1993).....	23
<b>Figura 8:</b> Diagrama de fases de una mezcla asfáltica compactada (Protocolo AMAAC, 2008).....	24
<b>Figura 9:</b> Vista panorámica de la presa de relaves.....	47
<b>Figura 10:</b> Ubicación del proyecto Antamina en el mapa peruano.....	48
<b>Figura 11:</b> Ubicación del proyecto Antamina.....	49
<b>Figura 12:</b> Vista panorámica del tajo de mina.....	49
<b>Figura 13:</b> Recolección de Agregados para realizar sus ensayos especificados.....	50
<b>Figura 14:</b> Recolección de Lata de PEN 120/150 para preparación de concreto asfaltico.....	51
<b>Figura 15:</b> Granulometría de los agregados grava, gravilla y arena.....	52
<b>Figura 16:</b> Contenido de humedad de agregado grueso y fino.....	54
<b>Figura 17:</b> Datos técnicos de la planta de asfalto SIM AMMANN - Speedybatch 280.....	55
<b>Figura 18:</b> Abrasión los Ángeles de agregado grueso.....	56
<b>Figura 19:</b> Curvas Marshall.....	60
<b>Figura 20:</b> Área de Panel Test y fundación-cimentación.....	63
<b>Figura 21:</b> Secuencia de colocación de los materiales de confinamiento.....	64
<b>Figura 22:</b> Ubicación de puntos de densidad con equipo densímetro nuclear.....	64
<b>Figura 23:</b> Acopio de material 2B.....	64
<b>Figura 24:</b> Posicionamiento de pavimentadora en el tramo de 2.30m de ancho.....	65
<b>Figura 25:</b> Relleno de zanja.....	65
<b>Figura 26:</b> Compactación de zanja con material 2B y compactación de CA.....	66



<b>Figura 27:</b> Ubicación de extracción de núcleos en la capa de concreto asfáltico.....	66
<b>Figura 28:</b> Colocación de morrena segunda capa.....	67
<b>Figura 29:</b> Colocación de material 2B segunda capa y extracción de núcleos en primera capa de concreto asfáltico.....	67
<b>Figura 30:</b> Curva Permeabilidad vs Porcentaje de vacíos (Höeg, 1993, p.61).....	69
<b>Figura 31:</b> Nota de Salida de Almacén de OHL de los agregados y PEN 120/150.....	118
<b>Figura 32:</b> Certificado del PEN 120/150.....	119
<b>Figura 33:</b> Realizando el ensayo de Análisis granulométrico ASTM C136, para grava, gravilla y arena.....	121
<b>Figura 34:</b> Realizando el ensayo de contenido de humedad ASTM D 2216, para grava y arena.....	121
<b>Figura 35:</b> Realizando el ensayo de Índice de plasticidad ASTM D 4318, para arena.....	122
<b>Figura 36:</b> Realizando el ensayo de Absorción ASTM C 128, para arena.....	122
<b>Figura 37:</b> Realizando el ensayo de Partículas chatas y alargadas ASTM D 4791, para grava.....	123
<b>Figura 38:</b> Realizando el ensayo de Abrasión los Ángeles ASTM C 131, para grava.....	123
<b>Figura 39:</b> Compactaciones de briquetas según Marshall ASTM D 6926., para 6.7%, 7% y 7.3% de CA.....	124
<b>Figura 40:</b> Realizando el ensayo de Peso específico máximo teórico (Rice) ASTM D2041, a CA.....	124
<b>Figura 41:</b> Vista de la Chancadora procesadora de agregados para núcleo asfáltico.....	126
<b>Figura 42:</b> Vista de la Planta de Asfalto.....	126
<b>Figura 43:</b> Detalle de la distribución de capas adyacentes al concreto asfáltico según plano 430-C-10144-RevB, de Antamina.....	127
<b>Figura 44:</b> Limpieza del área a asfaltar en la presa de relaves.....	128
<b>Figura 45:</b> Colocacion de la mecla asfáltica en la Presa de Relaves.....	128
<b>Figura 46:</b> Colocado y compactado de la mezcla asfáltica en la presa de relave.....	129
<b>Figura 47:</b> Inicio de planchado con el rodillo tanden a la mezcla asfáltica extendida en la presa de relaves.....	129
<b>Figura 48:</b> Vista de la capa colocada con concreto asfáltico.....	130
<b>Figura 49:</b> Extracción de los núcleos de asfalto para determinar el % de vacíos.....	130

**Figura 50:** Informe de Capas N° 01, N°2 y N°3 con fines de aceptación como panel test de 15 cm.....131

**Figura 51:** Informe de Capas con fines de aceptación como panel test de 20 cm.....132

## Resumen

El desarrollo del proyecto de investigación designada Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de la compañía minera Antamina en Ancash 2019, tuvo como objetivo Determinar de qué manera la evaluación funcional del concreto asfáltico recibir tratamiento la impermeabilización del núcleo de presa de relaves compañía minera Antamina en Ancash 2019, como variable dependiente al núcleo de concreto asfáltico (Institute, 1993 p.5), cuyas dimensiones fueron: cemento asfáltico, vacíos y espesores de capas, y como variable independiente a la impermeabilización (Koolheas , 1987, p.31), cuyas dimensiones fueron: permeabilidad, granulometría y clasificación SUCS.

Se empleó el método científico de tipo aplicativo, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. La población fue el conjunto de presas de relave a nivel nacional y la muestra la presa de relaves de Antamina, ubicada en Ancash.

Para la conclusión de la investigación realizada se empleó un concreto asfáltico el cual se ha comparado con un material de baja permeabilidad - morrena, como núcleo de la presa de relaves para tratamiento de impermeabilización; ya que la permeabilidad de la morrena es no mayor de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s (Especificación Técnica Rellenos 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0020, 2016, p.14) y para el concreto asfáltico es menor a  $1 \times 10^{-8}$  cm/s (Especificación Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027, 2016, p.11)

El porcentaje de cemento asfáltico es preponderante en la impermeabilización, para ello, se considera un diseño de mezcla con 7% en peso total de cemento asfáltico, el porcentaje de vacíos <3.0% y el espesor de capa de 0.15 m, siendo este diseño el recomendable para el desarrollo en la construcción del núcleo de la presa mediante el uso del concreto asfáltico acorde a las cualidades climáticas.

**Palabras clave:** núcleo de presa, presa de relave, concreto asfáltico.

## Abstract

The development of the designated research project Functional evaluation of asphalt concrete for waterproofing treatment of the core in tailings dam of the mining company Antamina in Ancash 2019, aimed to determine how the functional evaluation of asphalt concrete receive treatment of the core waterproofing of tailings dam Antamina mining company in Ancash 2019, as a variable dependent on the core of asphalt concrete (Institute, 1993 p.5), whose dimensions were: asphalt cement, voids and layer thicknesses, and as an independent variable for waterproofing (Koolheas , 1987, p.31), whose dimensions were: permeability, granulometry and SUCS classification.

The scientific method of application type, explanatory level and quasi-experimental design was used. The population was the set of tailings dams nationwide and shows the Antamina tailings dam, located in Ancash.

For the conclusion of the investigation, an asphalt concrete was used which has been compared with a low permeability - moraine material, as the core of the tailings dam for waterproofing treatment; since the permeability of the moraine is not more than  $1 \times 10^{-6}$  cm/s (Technical Specification Fillers 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0020, 2016, p.14) and for asphalt concrete it is less than  $1 \times 10^{-8}$  cm/s (Technical Specification Asphalt Concrete 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027, 2016, p.11)

The percentage of asphalt cement is preponderant in waterproofing, for this, it is considered a mixture design with 7% by total weight of asphalt cement, the percentage of voids <3% and the thickness of 0.15 m layer, this design being recommended for the development in the construction of the core of the dam through the use of asphalt concrete according to climatic qualities.

**Keywords:** dam core, tailings dam, asphalt concrete.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las obras más importantes de la ingeniería para que un país se desarrolle son las presas hidráulicas; entre sus variados usos son utilizados como acumulación para residuos mineros como relaves. La construcción de presas está directamente relacionada con el crecimiento económico de un país; en el mundo existen más de 45,000 grandes presas de las cuales algunas superan en volumen de embalse sobresale en unos 3'000000 de m<sup>3</sup> o de altura a 15m. por ejemplo Tres Gargantas que es una la presa hidráulica cuyo volumen en embalse es 39.300'000000 m<sup>3</sup>.

Según Cabral define para el concreto asfáltico "La primera presa en que se utilizó solamente la metodología DACC fue construida en Alemania en 1962 (Presa Kleine Dhuenn), siendo que en esa presa se utilizó también un equipo para aplicación del concreto bituminoso". (2012, p.9). Indica el autor que la presa Kleine Dhuenn, para su construcción fue el precursor en utilizar un concreto asfáltico en su núcleo a modo de dispositivo de impermeabilización.

En el Perú, San Lorenzo fue la primera presa hidráulica construida, también llamada los Cocos, localizada en proximidades de las Lomas, poblado de la provincia de la parte alta en Piura y departamento de Piura, inaugurada en 1959, con un volumen de 258'000000 de m<sup>3</sup> de almacenaje.

En el año 1999, fue diseñada la Presa de Relaves de Antamina considerando una elevación de 4120 m y capacidad de almacenaje de relaves 570'000000 de toneladas, dado, el aumento de reservas de mineral, esta tendrá que incrementar para poseer un volumen de almacenaje solicitado. En la actualidad Antamina ha llevado el proyecto por la innovación en la metodología de construcción de línea central desplazando a la de aguas-abajo, por consiguiente, se elaboraron estudios de alternativas de recrecimiento, siendo como alternativa viable la línea central como método de construcción a modo alternativa de solución en el uso de concreto asfáltico para un núcleo en su recrecimiento y este opera en Antamina, compañía Minera, ubicada en la cordillera andina de la región Áncash, distrito San Marcos, a una distancia al norte en 270 km de Lima, además a una distancia de la ciudad de Huaraz en 200 km, y por ultimo a una elevación máxima de 4800m.y mínima a 3800m.

Por la carencia de arcilla para el procesamiento de impermeabilización, se sustituye mediante un método de núcleo de concreto asfáltico (sistema de impermeabilización), por el cual, se calcula el bitumen en un diseño de mezcla, para ello, se suministra el cemento asfáltico recomendable, u n porcentaje en vacíos esperado y una capa de espesor competente para la construcción de un núcleo propuesto.

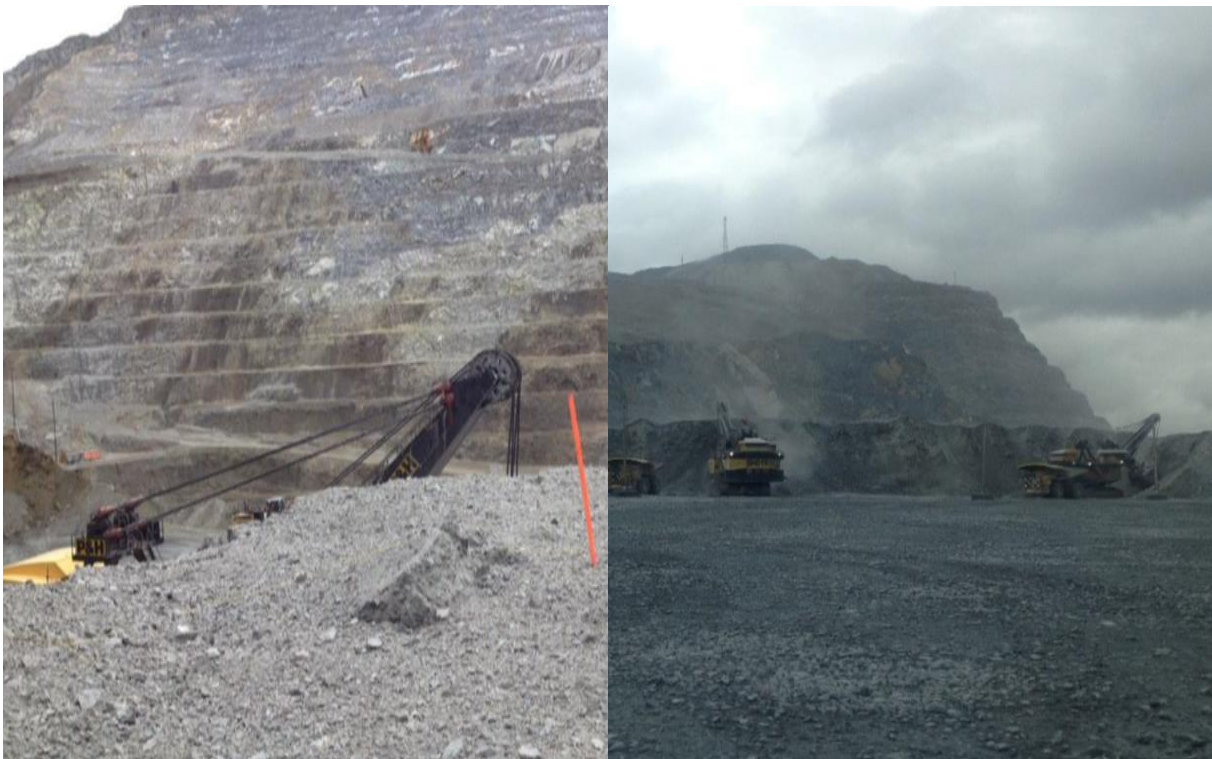
El resultado final es un núcleo de concreto asfáltico para alcanzar una elevación de 4135m. para ello, se instala una capa de rodadura como material de protección, cuya función servirá de dirección para realizar un seguimiento a las herramientas de control al eje de la presa instalado.



*Figura 1:* Vista de la presa de relaves tomada desde el estribo izquierdo, fuente elaboración propia.



*Figura 2:* Vista de la presa de relaves, fuente elaboración propia.



*Figura 3:* Extracción de material calcáreo para procesar como agregados, fuente elaboración propia.



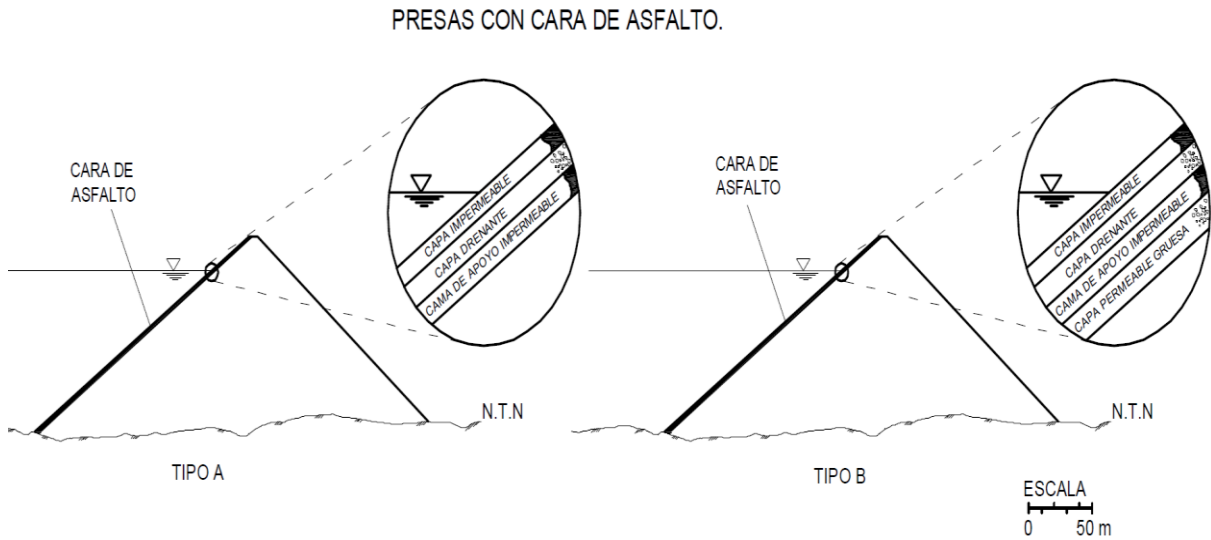


Figura 4: Secciones típicas de caras de concreto asfáltico, fuente Estudio de la permeabilidad de mezclas asfálticas para presas, Sociedad mexicana de Ingeniería geotécnica.

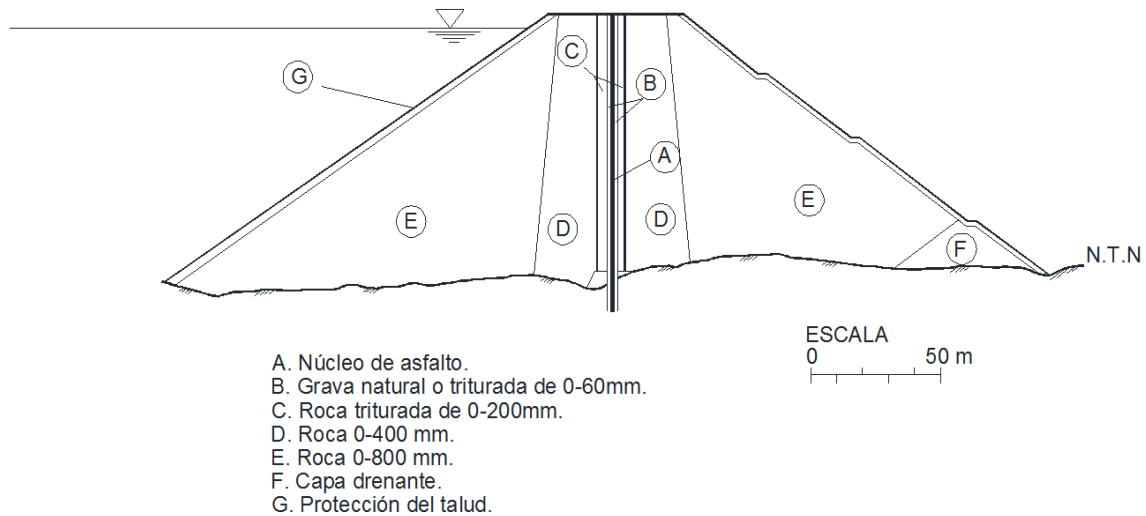


Figura 5: Sección típica de una presa con núcleo de concreto asfáltico, fuente estudio de la permeabilidad de mezclas asfálticas para presas, Sociedad mexicana de Ingeniería geotécnica.

El desarrollo de este trabajo se basa en la examinación de los antecedentes internacionales como nacionales y estas deberán poseer similitud con las variables independientes como dependiente, y esta investigación comprende las siguientes variables mencionadas

Meneses y Páez (2017). En su tesis de graduación como Ingeniero Civil de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de Colombia titulado: ***“Mezcla Asfáltica Permeable como parte de la Estructura de Pavimento a Partir del Uso y Modificación de una Mezcla Drenante Aplicado a Vías Rurales.”*** El diseño de estudio es experimental, cuya población y muestra comprendida fue conformada por 4 etapas que comprenden acopio de materias primas, determinación de materiales granulométricos, dosis de mezcla asfáltica, realización de ensayos y análisis de deducciones. Siendo su objetivo: Calcular parte de estructura del pavimento flexible, la posible de adaptación de una mezcla permeable de característica asfáltica por medio experimental, para optimizar su esfuerzo, de modo que, no interfiera en la permeabilidad de acuerdo a la normativa INVIAS Art. 450 13 e Art. 453 13. Ejecutar pruebas de determinación granulométrica de agregados y reconocer que las especificaciones cumplan con las técnicas definidas en la normativa INVIAS Art.453-13, de modo que, para la elaboración sean usadas en mezclas drenantes asfálticas. Determinar la dosis apropiada y recomendable contenido de asfalto, de modo que, los parámetros cumplan con la norma aplicable en las mezclas drenantes asfálticas. Se concluyó lo siguiente: Las mezclas de control en comparación a las mezclas modificadas permeables fueron aproximadas para alcanzar valores en rango de 40% a 50%. Se realizó mediante el método Bailey una conformación de partículas alcanzando una reducción de 15% de contenido de vacíos en la mezcla en, sin embargo, no influyo en el drenaje, además, la variable granulométrica obtuvo resultados óptimos. La consecuencia de la desaprobación de como fragmento estructura del pavimento, se debe a mediante la evaluación de relación estabilidad vs flujo, la mezcla permeable asfáltica no cumple con exigencias mínimas solicitadas por la norma para la estructura del pavimento.

Rojas (2017). En su tesis de graduación como Magíster en Ingeniería - Geotecnia de la Universidad Nacional de Colombia titulado: ***“Caracterización de Concretos Asfálticos y Agregados mediante la Aplicación de Técnicas de Análisis de Imagen.”*** Este diseño de estudio es experimental, cuya población y muestra comprendida fue conformada por estudios de imágenes petrográficas utilizables tanto en agregados pétreos como en mezclas asfálticas, cuyas fases son cinco fases, y estas comprobaciones de imágenes se añaden en MOTIC 2.0, Software utilizado en la recolección de captura de datos por microscopia mediante imágenes. Siendo su objetivo: La finalidad, de la investigación es mejorar el análisis de la configuración de mezclas

de características asfálticas internas en su extensión, por medio del uso de herramientas de interpretación de imagen y de petrografía. Además, se tiene la necesidad de crear un método viable para la determinación estructural interna de agregados y concreto de naturaleza asfáltica fundamentada en el uso del Motic 2.0 Software utilizado en interpretación de imagen y estereomicroscopio, ambas herramientas están operativas y localizadas en la UNAL y aún para caracterización de concreto de naturaleza asfáltica su uso no ha sido investigado. Se concluyó lo siguiente: El desarrollo y progreso de nuevas tecnologías en análisis de mezclas asfáltica, confirma la falta de estudios de macro y micro estructura mediante un análisis de imagen y petrografía, además, del uso petrografía y mineralogía en agregados impacta en la mezcla clasificada mediante alcances sin importancia para el análisis semi-cuantitativos. La evaluación de técnicas de aplicación a pulimiento de bloques, brinda la posibilidad de caracterizar una cantidad de atributos en mezclas asfálticas estructurales, ya que, una evaluación de técnicas de inspección convencionales sería inviable. La evaluación del aspecto de concreto asfáltico compactado de producción, es evaluado de manera tradicional, dado que, la mayoría de componentes se calculan antes de los procesos mencionados.

García (2016). En su tesis de graduación como Maestro en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México titulado: ***“Análisis Sísmico de Presas de Tierra y Enrocamiento.”*** Diseño para el estudio es descriptivo, no experimental, cuya muestra y población comprendida fue conformada por un análisis pseudoestático no suficiente para una revisión por sismo para presas de tierra y enrocado de altura. Siendo su objetivo: Realizar un estudio de estabilidad de taludes utilizando métodos límite de equilibrio en la sección de la presa indica el Ing. Manuel Moreno Torres “Chicoasén” denomina al término de la construcción, una vez establecido el flujo de agua. Realizar un estudio de deformaciones de la presa al culminar la construcción, con el establecimiento del flujo. Realizar un análisis sísmico mediante el método del bloque deslizante de Newmark y el método pseudoestático en la sección máxima de la presa al final de la construcción con flujo establecido. Además, se concluyó lo siguiente: Un diseño adecuado de presas garantiza la seguridad y la estabilidad contra todo tipo de falla. Las presas que tienen un diseño adecuado garantiza seguridad y estabilidad contra fallas. En la estabilidad de las presas depende de la conformación de taludes y materiales utilizados en su construcción, además, de información y características geotécnicas del sitio. Mediante los datos

obtenidos del análisis de asentamientos se contrastaron se compararon con los obtenidos en campo, encontrándose similitudes en los valores. El monitoreo del comportamiento de la presa es de importancia para estudios a corto y largo plazo. La evaluación del enrocado y presas de tierra que soportan demandas dinámicas, conservando su operatividad e integridad durante y después del suceso sísmico, y en sus deformaciones constantes. La estabilidad sísmica evalúa al enrocado, además de presas de tierra con capacidad de soportar demandas dinámicas, conservando su operatividad e integridad durante y después del acontecimiento sísmico, y sus deformaciones.

Leonardo (2016). En su tesis de graduación como Ingeniero Civil, para la casa de estudios Universidad Autónoma de México, que lleva como título: ***“Permeabilidad del concreto asfáltico: influencia de la granulometría y el contenido de cemento asfáltico”***. El diseño de estudio es experimental, con una población y muestra conformada por dosificadas mezclas, agregados, relación agua-cemento y ensayos al concreto. Siendo el objetivo de la investigación: Analizar la importancia del contenido de cemento asfáltico y distribución granulométrica de agregados en la permeabilización de concreto asfáltico. Conclusiones: El comportamiento hidráulico de muestras de concreto asfáltico se adecua a la Ley de Darcy. La permeabilidad de muestras de concreto asfáltico disminuye cuando aumenta el contenido de cemento asfáltico, por ende, la granulometría en la mezcla asfáltica es más densa. Las muestras granulométricas abiertas formuladas mostraron valores de  $1 \times 10^{-4}$  y  $1 \times 10^{-5}$  de permeabilidad, en tanto, especímenes elaborados de otra propuesta mostraron valores de  $1 \times 10^{-6}$  de permeabilidad. La relación de coeficiente de permeabilidad versus porcentaje que pasa por la malla # 4 de granulometría usada en elaboración de muestras, de modo que, el promedio es menor al porcentaje de arenas y finos, y la permeabilidad del espécimen en estado compacto es mayor. En las muestras que no contenían flujo de agua mostraron contenido de arena y fino mayor al 41 %.

Limón (2016). En su tesis de graduación como Maestro en Ingeniería por la Universidad Nacional Autónoma de México titulado: ***“Estudio sobre Tecnologías Aplicadas a las Mezclas de Concreto Hidráulico para Reducir su Permeabilidad al Agua e Incrementar su Durabilidad.”*** El diseño de estudio es experimental, cuya población y muestra comprendida fue

conformada por las mezclas dosificadas, así como, relación agua-cemento, agregados pétreos y demás ensayos realizados al concreto. Siendo su objetivo: Emplear tres aditivos ARP denominado reductores de permeabilidad, además de las sugerencias, estos manifiestan resultados óptimos para alcanzar una baja permeabilidad en el concreto. Además, valorar la capacidad en las mezclas de concreto el uso de cada aditivo y con resultados obtenidos contrastar con los concretos minerales con contenido de humo de sílice como adiciones, y así mediante el diseño y procedimiento establecer una baja permeabilidad en el concreto. Se concluyó lo siguiente: Los resultados obtenidos en pruebas de tensión indirecta como esfuerzo a la compresión fueron uniformes tanto para concretos que contienen humo de sílice y concretos con aditivos reductores de permeabilidad, de modo que, se consigue un aumento 5% en relación a la mezcla testigo. Los aditivos reductores de permeabilidad y humo de sílice no presentaron cambios en la relación de Poisson, contraste de mezclas testigo y ensayos de módulo de elasticidad. Las mezclas con aditivos reductores de permeabilidad, para el ensayo de ataque por sulfatos, donde se utilizó cemento CPO demuestran un apropiado comportamiento, en comparación al obtenido de cemento CPC 40 RS y mezclas con humo de sílice, obteniendo valores similares. En concretos con valores de 5% de humo de sílice tienen un desempeño superior en comparación a concretos que utilizaron los ARP.

Cabrera (2018). En su tesis de graduación como Ingeniero de Minas, para la casa de estudios Universidad Nacional de Cajamarca que lleva como título: ***“Análisis del Sistema de Monitoreo para el Control de Estabilidad de la Presa de relaves, U.M. Yauricocha”*** El tipo de investigación fue descriptivo, cuasi-experimental y característica longitudinal; la población fue la presa de relaves U.M. Yauricocha y la muestra piezómetros, prismas de monitoreo, inclinómetro. Siendo el objetivo general de investigación: Analizar el sistema de monitoreo y como finalidad controlar la firmeza de presa de relaves. Determinar elementos geotécnicos que proporcionan estabilidad a la presa de relaves. Evaluación de instrumentos geotécnicos, equipos de sistema de control y monitoreo de estabilidad de presa de relaves. Implementar un sistema de control de monitoreo de estabilidad. Conclusiones: Los elementos geotécnicos que influyen en la firmeza de la presa de relaves son cualidades hidrológicas, situación del talud, borde libre mínimo, granulometría en los materiales, movimiento interno y superficial en la parte del talud de dique de contención en la presa de relaves, además, de filtraciones de agua. En la presa de

relaves de Yauricocha el sistema de monitoreo se basó en la valoración de parámetros, y selección de instrumentos geotécnicos, equipados de automatizados prismas G-PR112 de monitoreo, piezómetros Casagrande con transductor e inclinómetro portátil. La implementación de instrumentos geotécnicos ha conseguido analizar movimientos superficiales, registrar datos y velocidad de deslizamiento menor a 1 cm/día, movimiento interior del dique y velocidad de deformación menor a 0.5 cm/día y determinación del comportamiento del agua.

Ballena (2016). En su tesis de graduación como Ingeniero Civil en la Universidad Señor de Sipan. ***“Utilización de Fibras Polietileno de Botellas de Plástico para su Aplicación en el Diseño de Mezclas Asfálticas Ecológicas en Frío.”*** El diseño para el estudio es Cuasi – Experimental, cuya población y muestra comprendida fue conformada por mezclas en frío de naturaleza asfálticas con distintos porcentajes de polietileno presentes en el asfalto tipo mezcla en forma de emulsión, además, de una muestra de 126 briquetas aproximadamente y por cada una de las mezclas asfálticas fueron un estimado de 15 briquetas. Siendo su objetivo: Investigar el resultado que origina el polietileno hecho fibra agregado a la mezcla en frío asfáltica, se desempeñe en la estabilidad y flujo para el tipo flexible de pavimentos en relación a las exigencias solicitadas, además, de las propiedades mecánicas y físicas del asfalto, de acuerdo al Ministerio de transportes y comunicaciones en su normatividad. Siendo su objetivo: Inspeccionar la fibra de polietileno cuyas propiedades mecánicas y físicas del asfalto obedezcan a las exigencias de flujo y estabilidad para del tipo flexible en pavimentos de acuerdo al MTC en su normatividad y el efecto que origina el agregado para mezclas en frío asfálticas. Efectuar una mezcla para el diseño que utilice asfalto de tipo en frío sin la necesidad de utilizar polietileno hecho de fibra como estándar de contrastación de dicha fibra en la mezcla. Uso polietileno hecho en fibra y asfalto en frío para realizar un diseño idóneo para el estudio de la mezcla. Mediante el asfalto en frío de fibra de polietileno elaborado sin dicha fibra, además, de otro hecho con fibra de polietileno evaluar sus propiedades mecánicas y físicas para contrastar y establecer restricciones. El autor indica que adicionando polietileno hecho fibra en una mezcla en frío de origen asfáltico esta se vuelve inestable y reduce sus propiedades, por ello, no se recomienda para el tránsito de característica pesado, medio o liviano, el uso de polietileno en dicha mezcla, después de su compactación la mezcla se desmorona, por ello, se deduce que la fibra en el asfalto en frío no se debe usar en ningún tipo tránsito. Se concluye que: El tránsito pesado se debe

cumplir el 5% de polietileno adicional para el estudio de mezcla en frío asfáltica, y estas presentan condiciones superiores a lo normal respecto al agregado, en relación al rendimiento el volumen aumenta en 12.8% respecto a los días de intervalo, y para el secado comprendido por día, esta disminuye su condición asfáltica en emulsión, además, no se recomienda para el tránsito de característica pesado, medio o liviano, el uso de polietileno en dicha mezcla por la omisión de requisitos primordiales según la normatividad de acuerdo a la estabilidad y flujo.

Orellana (2016). Para su tesis de graduación para alcanzar el grado de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería titulado: *“Análisis del Comportamiento y Beneficios de las Mezclas Asfálticas Tibias”*. El siguiente diseño de estudio es experimental, cuya población y muestra comprendida fue conformada por la Recolección de información, Elaboración y caracterización de la mezcla y sus materiales involucrados, Análisis de resultados y beneficios. Siendo su objetivo: Examinar las mezclas de naturaleza asfálticas tibias cómo se comporta y señalar sus ventajas una alternativa tecnología en relación a las mezclas convencionales de naturaleza asfáltica por medio pruebas de laboratorio. Calcular los valores mecánicos y físicos de mezclas de naturaleza asfáltica tibia y contrastarlo con una mezcla convencional de naturaleza asfáltica caliente Ejecutar un estudio beneficio versus costo en caso se sustituirá una mezcla convencional de naturaleza asfáltica. Utilizar este estudio para identificar cómo se comporta las mezclas de naturaleza asfáltica tibia, y esta sea utilizada como referencia para la creación de una normativa y las generalice. Se concluyó lo siguiente: Una mezcla caliente convencional se comporta tanto mecánicamente y físicamente similar a las mezclas de naturaleza asfáltica. En otras palabras, se hallan similares pesos unitarios y grados de resistencia. Respecto a costos de fabricación en producir una mezcla tibia en relación a una mezcla convencional caliente significativamente en costos no es elevada. Para una adecuada magnitud de Cemento de naturaleza Asfáltica respecto a su análisis es una variable dependiente, en relación a la mezcla y control de temperatura en la compactación, mientras que la dosificación de aditivos fue una variable independiente. En este caso fue inviable la determinación de la influencia de los aditivos, en relación en medida de cemento asfáltico de naturaleza asfáltica, por consiguiente, estaría alejado del alcance. El objetivo principal es calcular los resultados sobre la mezcla de naturaleza asfáltica y no del cemento de naturaleza asfáltica, de ese modo se

evalúa las temperaturas válidas y las dosis para el uso de mezclas de naturaleza asfáltica como mezcla asfáltica tibias.

Palma (2016). En su tesis de graduación como Ingeniero Civil en Universidad Ricardo Palma titulada: ***“La Construcción de Presas de Concreto para Relaves Mineros en Proyecto Conga, Un Medio para lograr Desarrollo Sostenible.”*** El diseño de estudio es descriptivo/ no experimental, cuya población y muestra comprendida fue conformada por estudios respecto a impacto ambiental en el aspecto económico más que en el técnico o en el ecológico. Siendo su objetivo: Implicar la investigación en aspectos importantes como son la sociedad, economía, diseño estructural adecuado e impacto ambiental, dado que, en el presente trabajo se informará sobre la importancia del trabajo, apuntaremos a las dos últimas mencionadas. La disminución de relaves mineros y su impacto en la naturaleza, favorecerá un desarrollo sostenible para la zona que se apliquen aseverando un lapso de vida más largo en relación a las nuevas presas de tierra en construcción. Se concluyó lo siguiente: El estudio hidrológico permitirá determinar la ubicación del proyecto de disposición y captación de relaves mineros brindando información de cuencas seleccionadas y demás aspectos de la especialidad. El estudio de sismicidad se realiza mediante pruebas de resistencia y el dimensionamiento de la presa. La selección correcta de un método de disposición de la ubicación, relaves minero y tipo de presa que deberán disminuir o incluso quitar al medio ambiente el impacto negativo, de manera que, asegure la presencia de los ríos, laguna y cuencas de toda la zona, asimismo, se debe cuidar la calidad de aguas superficiales y subterráneas.

Aliaga y Urbina (2015). En su tesis de graduación como Ingeniero Civil realizado en la casa de estudios Universidad de Ciencias Aplicadas titulada: ***“Análisis de licuación dinámica de una presa de relaves recrecida aguas arriba.”*** El siguiente estudio, fue un diseño Aplicativo, cuya población y muestra comprendida fue conformada por métodos de estimación semi-empíricos. Siendo su objetivo: Calcular la capacidad en su licuación de la presa de relaves para el recrecimiento de las mismas aguas arriba construidas, empleando el Método del año 2001 denominado Olson, localizada en el departamento de Ancash, fundamentado en el análisis de licuación e índices de esfuerzo. Conclusiones: La investigación plantea un método para aplicar e identificar el desarrollo en presas de relave por licuación de suelos, utilizando métodos de



estimación semi-empíricos, siendo dos en estos casos para aguas arriba en una recrecida presa. La metodología simplificada Seed e Idriss, en evaluación para licuación de uso extenso y el método segundo planeado en su tesis (PhD) de Scott Olson propuesto en casos de pendientes en el suelo, como en terraplenes y presas que recurre en su procedimiento al análisis de estabilidad. La aportación al tratado planteó la estimación de licuación y potencial de la presa de relaves en su recrecimiento.

Nickless (2017). In the thesis of graduation as a Master of Science from the Colorado State University entitled: "*Mechanical Impairment Modeling Research for the Design and Management Bridge.*" The following study had an explanatory design, the same population is composed by the selection of reinforced concrete bridge (RC) platforms, and that, the bridge element for the study of the mechanical mode in relation to the use of the United States and its frequent It is necessary, this sample is classified into three phases that are integrated in the initiation of corrosion as (T1), initiation of crack as (T2) and finally cellular failure as (T3). These analysis models are represented by stages. Being its objective: To find out the deteriorations through mechanisms of greater utility, with the mode of the condition of the bridge can be predicted. Update and locate for the mechanisms of the changes. Recognize restrictions on models, layout and data, application of mechanical wear patterns, and, in addition, recommendations for future research and data compilations to apply the best mechanical models on the bridge. Conclusions: The service approach in half a century or more of life in the United States of old road bridges, is of vital importance in how the bridges will reach the end of their useful life. It focuses on the dynamics between management, inspection and funds. To obtain in current practice an improvement in the administration of bridges and in addition to expand the infrastructure conditions of bridges in the country, for this, they are available in the future. assign yourself. Según el autor, el propósito de la tesis es abordar sobre la asignación de fondos de manera eficiente, demostrando la capacidad de modelos de deterioro mecánico para predecir el deterioro del puente por adelantado si la condición del puente se puede determinar en función del diseño y factores ambientales, los fondos pueden asignarse al mantenimiento que se extiende más rentablemente vida de servicio.

Abauwad (2016). In the thesis of graduation as PhD in Philosophy in Civil Engineering from the University of Illinois located in Urbana-Champaign entitled: "*Mechanical and Surface*

***Characterization of Asphalt Concrete Energy for the Detection of Damage by Moisture.***" The following study was an explanatory design, the amount of aggregates (NMA) whose dimension is 19.0 mm. and NMA is 19.0 mm. or a mixture with 50% RAP; The sample included in the samples for the mixing level tests that are prepared at different durations of aging and conditioning. The main objective of the study is to forecast the susceptibility to moisture of asphalt concrete from component level tests. To achieve this goal, various levels of conditioning and aging. They are considered for mixing test levels and components. Conclusions: The indirect tensile ratio (TSR) and free surface energy (SFE) can be used successfully to determine moisture damage. However, the dynamic modulus of the AC mixture, the binder binder and subsequent direct tensile test of the binder are not effective in evaluating the potential moisture. Damage to AC mixtures because they are not sensitive to moisture conditioning. Recovered asphalt pavements (RAP), additives and modifiers considered in this study. In general, the improved tensile strength and moisture resistance of AC blends such as aging as the CA increases, its tensile strength and stiffness increase despite conditioning. The difference in the strength of CA blends due to aging becomes insignificant with the increase in conditioning. Según el autor, el propósito de la tesis es predecir el impacto de varios aditivos, modificadores y reciclados, además, del pavimento asfáltico (RAP) sobre la susceptibilidad a la humedad del concreto asfáltico a nivel de la mezcla y componentes, para ello, el impacto fue evaluado bajo diferentes niveles de envejecimiento y acondicionamiento.

Farzaneh (2016). In the thesis of graduation as a Master of Science in the Graduate School of the University of Maryland entitled: ***Routing the Performance of Asphalt Pavements.***" The following study was an explanatory design, with 26 different rehabilitation projects throughout the United States and Canada; The sample in the network of the cold central plant (CCPR) and the deep recovery (FDR). Being its objective: The lack of quantitative values for the engineering properties of CIR / FDR / CCPR materials to be used safely for the design of the pavement structure, generally prevents a more widespread use of these strategies for rapid, cost-effective and sustainable rehabilitation. Conclusions: Recycling in cold place (CIR) and cold core plant recycling (CCPR) of asphalt concrete (AC) and / or full depth recovery (FDR) of the AC and aggregates base are alternatives for rehabilitation Viable, faster and less expensive than the partial recovery alternatives. and full depth reconstruction for structurally distressed pavements.

The lack of knowledge in several areas has hindered the acceptance of these cold recycling techniques. This study, part of Project 9-51 of the National Cooperative Roads Research Program (NCHRP), investigated the properties of recycled asphalt materials stabilized in pavement structures. Según el autor, el propósito de la tesis es evaluar las cualidades estructurales de CIR/ FDR/ CCPR partiendo de las pruebas de laboratorio en campo de núcleos en capas curadas y propiedades relevantes correspondidas estructuralmente durante el diseño es problemática.

Priyadarsini (2016). In the graduation thesis as Doctor of Philosophy from the University of Arizona, entitled: ***“Investigation and Improvement in Reliability of Asphalt Concrete Fatigue Modeling using Fine Aggregate Matrix Phase”***. The following study was an explanatory design, whose population is mixtures of asphalt concrete considering two experimental evaluations of axial fatigue and dynamic modulus. Its objective: Develop a reliability signal to predict how fatigue acts in the life of materials in asphalt concrete using the S-VECD modeling approach, considering the variability of the input parameters and uncertainty. Evaluation of the ratio of mechanical bonds of FAM and AC mixture by studying analytical methods with general principles of homogenization. Test the hypothesis through the reliability of the fatigue prediction modeling approach of asphalt concrete by optimizing experimental data from the FAM phase as a substitute measure. Conclusions: A considerable improvement in the determination of asphalt concrete materials for different traffic and climatic conditions. The scope of improvement was limited as a result of a lack of understanding of the fundamental level CA material. Contrary to this historical limitation, there has been progress in the mechanical models used for asphalt concrete mixtures in these last 5 and 10 years. It is estimated that most models that offer better performance forecasts for asphalt concrete mixtures are the simplest previous models. Según el autor, el propósito de la tesis fue Desarrollar de un marco de confiabilidad para la predicción de la vida de fatiga de los materiales del concreto asfáltico utilizando el enfoque de modelado S-VECD como estudio de caso, considerando la incertidumbre y la variabilidad de los parámetros de entrada, y la importancia que necesita en la evaluación y la mejora adicional de estos modelos es la evaluación de su confiabilidad.

Nega (2015). In the thesis of graduation as Master of Science in Civil and Environmental Engineering (Transport) of the Curtin University entitled: "***Development and Validation of the Characterization Method Using Finite Elements Numerical Modeling and Advanced Laboratory Methods for Asphalt Mixtures of Western Australia.***" The next study, was an Explanatory design, whose population comprised the results of the FWD test to determine the unbound resistant modules of granular material in the road network of Western Australia and analyze the deviations of the basin; and the sample consisted of resistant modules of unbound granular material in the road network of Western Australia and analyze deviations of the basin between sections of the pavement. Being its objective: to determine the types of asphalt binders and aggregates and in mixtures of HMA, to specify the nominal thickness of the pavement and to elaborate a design of the same one. Conclusions: this thesis aims to improve the understanding and application of numerical models and experimental techniques of asphalt mixtures and / or mixtures for an appropriate performance of structural pavement. The experimental techniques compared in this study were the ability to develop, validity and simulation of the asphalt mix of flexible pavement. Simulation of the characterization of asphalt material to build, maintain and restore roads related to urban areas, since environmental factors and traffic load have generally caused damage, in addition, to ambulate the use of asphalt in full depth to To rehabilitate urban roads, very busy traffic is of importance. Según el autor, el propósito de la tesis es implementar sistemas de red (NOS), y sus métodos como son los datos de inventario del Manual de Diseño de Carreteras Lao (LRDM) para evaluar redes de carreteras en pavimento actual y proceso de Cadena de Markov Probabilística, y método de Chapman-Kolmogorov para predecir comportamiento del pavimento en Australia Occidental (WA).

Ai, et al. (2017). In his article "***Experimental study of a new modified waterproof asphalt concrete and its performance on bridge deck.***" Publications in the magazine of materials for roads and pavement design. This article examines the use of nature concrete to pave the surface of a bridge used in large bridges with its achievements and characteristics such as a need for light weight stitching, simple maintenance and optimal performance. Currently there are asphalt materials, which are three, as are the asphalt mastic stone, asphalt epoxy concrete and finally the Guss asphalt, and these are mainly used in bridges. However, these types of pavements of the asphalt nature must share disadvantages. In order to further improve the overall performance

of the concrete and the engineering applicability of the bridge surface, a new modified concrete test concrete is produced for this investigation. In general, the performance of nature and applications to improve the surface engineering of the bridge, and in this study you can read a specific text. This type of asphalt was developed based on two particularities of the asphalt binder mixture and the material. To calculate the performance of the novel material of nature, as well as the possibility of its use, innumerable tests are produced in the mixture of asphalt and bitumen. Likewise, a contrast was made to the mixture of new and traditional asphalt. Según el autor, el propósito del artículo fue desarrollar una nueva mezcla de asfalto modificado de alto rendimiento para ser aplicado como material de pavimentación de la cubierta del puente, con esta investigación espera proporcionar una base sólida para la aplicación y adelanto en la ingeniería.

Toderas, Mihaela y, Andreea Ionica (2017). In its article "*Greening solutions of Gura Rosie Tailings Dam.*" in the International Journal of Environmental Science Volume 2. This article examines the fundamental aspects of Tail dams, which represent a natural configuration or a technical disposal for waste disposal fine grain, mainly sterile processing, both with variable amounts of free water resulting from the processing of mineral resources and the rinsing and recycling of process water. For this, three aspects are considered regarding the safety of tailings dams. The first refers to the physical stability, specifically to the breakage of the dam due to some mechanisms such as: circular slip, subsidence, erosion backwards in the discharge water on the dike, etc. The second aspect refers to chemical stability, which refers to the increase in the acidity of water that extracts heavy metals in solution. The third aspect refers to the fact that it should be considered a loss of toxic material, by exfiltration. The closure and greening of the tailings dams is carried out to guarantee the stability of the dams, their additional constructions, as well as the integration into the environment of the areas under the deposits of mining waste (tailings dams). Según el autor, el propósito del artículo es evaluar las cualidades estructurales de CIR/ FDR/ CCPR partiendo de las pruebas de laboratorio en campo de núcleos en capas curadas y propiedades relevantes correspondidas estructuralmente durante la problemática del diseño.

YanJun, et al. (2017). In his article "*Evaluation and optimization of bridge deck waterproof bonding system using multi-objective gray target decision method.*" published in the journal Materials and Pavement Design. This article explores the coating of steel roofs as they are the transcendental problems faced by engineers in the process of building large steel bridges. The purpose of the article is to improve the capacity of the waterproof joint system in the lining of the bridge. The waterproof joint system used in the article was laid in two layers, a joint layer and a waterproof layer. The performance of the union is to certify that the steel panel and the paving in the roof, both structurally achieve a monolithic shape. On the deck of the bridge it is vitally important that the moisture present in the impermeable layer does not penetrate, so countless laboratory tests were carried out to calculate said performance in the waterproofing joint. Five performance indicators were added for the estimation, such as project cost, tensile stress, shear stress, direct shear stress and fatigue life. Regarding this, the decision of focusing as a gray multiple objective was used for a convenient waterproof adhesive system with an optimal methodology. Según el autor, el propósito del artículo era evaluar y optimizar el rendimiento de la unión del sistema de unión impermeable en el pavimento de la cubierta del puente mediante el peinado de los resultados de pruebas experimentales y la teoría de la decisión de objetivos grises de objetivos múltiples.

Baztán (2016). En su artículo emitido "*Q96. Innovación en el uso de presas y embalses.*" publicada en la revista de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Este artículo presenta el tema elegido para la Q.96 del XXV Congreso de ICOLD 'Innovación en el uso de presas y embalses', que tuvo lugar en Stavanger (Noruega), está motivado por el hecho de que el mundo está cambiando a una velocidad considerable y es, por lo tanto, cada vez más importante la adaptación de nuestro sector a estos cambios. Esta evolución está motivada, por una parte, por el auge de la energía hidroeléctrica en el mundo, consecuencia de una creciente demanda de energía. La energía hidráulica se complementa, a su vez, con la aparición de plantas de producción de energía eléctrica intermitente (eólica y solar), lo que hace necesario poder almacenarla para asegurar la estabilidad en la red, cobrando protagonismo para ello las centrales hidráulicas reversibles, que permiten el almacenamiento de energía. A este cambio se le suma igualmente el creciente consumo de agua para regadío por el crecimiento de la población que, unido al cambio climático, hace necesaria la construcción de estructuras que almacenen agua

para épocas de sequía y protejan de las inundaciones en épocas de avenidas. La ecología es cada vez más limitante en estos proyectos. Según el autor, el artículo presenta un resumen del progreso por la cuestión Q.96 para el XXV Congreso Internacional de Stavanger en Presas grandes sobre ‘Innovación en el uso de presas y embalses’, analizando el informe del exponente general y la selección de comunicaciones mediante la manifestación oral, dedicándole una exclusiva atención de comunicación presentada por los ingenieros españoles.

Rondón, Hugo, Ruge, Juan y Moreno, Luis (2016). En su artículo emitido *“Efecto del agua sobre el asfalto y su posible influencia en el daño por humedad.”* en Ingeniare. publicada en la Revista chilena de ingeniería, vol. 24 N° 4. Este artículo examina el pavimento de manera estructural, y como primordial mecanismo de desgaste en mezclas de naturaleza asfáltica en servicio y los daños originados por la humedad. El mecanismo referente a daños en mezclas asfálticas va enfocado a la y durabilidad y reducción al esfuerzo mecánico a consecuencia de la disminución de la cohesión y adherencia por aparición de agua. El daño mediante este mecanismo incurre en la concepción de varias modalidades de mezclas de naturaleza asfáltica en condición de servicio siendo las fallas encontradas el agrietamiento por fatiga, agrietamientos Top Down Cracking relacionado al envejecimiento asfáltico del ligantes, condiciones térmica y ahullamiento. Se llega a la conclusión que la condición de stripping es de consideración, en los neumáticos de vehículos y se manifiesta en el deterioro por antigüedad del pavimento y humedad, esta posee una influencia elevada en deterioro resultado de la humedad. Además, se concluye sobre la térmica incompatibilidad del ligante y agregado pétreo, lo que crea reducción térmica de los dispositivos, provocando elevada resistencia a la tensión, desgaste reducido de asfalto en la matriz, desgaste del agregado y por ultimo grietas. Según el autor, el artículo tiene un propósito experimental y tiene como finalidad examinar la proyección asfáltica del ligante respecto al deterioro a la humedad en mezclas de naturaleza asfáltica de morfología porosa, por consecuencia del agua, y por ultimo concluimos que el estudio, y categorización del ligante con el agua presente, este aumenta su rigidez y varia en su consistencia.

## **Presas**

El autor define que Desde tiempos antiguos el acceso al agua ha sido una condición para el establecimiento y desarrollo de asentamientos. El equilibrio entre la disponibilidad y necesidad de agua recae de la condición al entorno natural y actividades humanas. Este equilibrio ha necesitado la aceptación de soluciones, en las que destaca los azudes y las presas de embalse, Más aun, en países en que el agua no es abundante o es irregular. (Diez-Cascon y Bueno, 2001).

## **Elementos de la Presa**

El autor define que los elementos de la presa son los siguientes:

Presa o Dique: designa a la estructura que tiene la función de almacenar agua o derivar el río, denominándose terraplén, al relleno de suelo o pedraplén al relleno de enrocado.

Cerrada o Cierre: Zona elegida para construir la presa.

Sección del cierre. Es el corte transversal de la presa o la sección de máxima altura del cierre.

Altura de la presa: Es la distancia vertical máxima entre coronamiento y cimentación, además, esta no concuerda con la longitud mediada del cauce del río, ya que, existen depósitos aluviales.

Coronamiento o cresta: Es el área superior de la presa con la posibilidad de albergar un camino o vía férrea; comúnmente, esta parte protege a la presa frente a sismo y oleaje, además, sirve de acceso a otras estructuras.

Talud: Es el límite entre materiales de presa y medio circundante. Esta longitud corresponde a la relación de longitudes entre cateto vertical y horizontal; por ejemplo, un talud 1:3,5 representa que la cotangente del ángulo formado entre el plano con horizontal es 3.5.

Núcleo impermeable: Denominado núcleo de arcilla o suelo, es el componente de la presa que cierra el valle al paso del agua contenida en el vaso o embalse.

Respaldo permeables: Son masas de agregados que se integran, al núcleo impermeable y sección de la presa. Además, pueden ser formados por filtros, transiciones y enrocamientos. (Marsal, y Resendiz, 1975).

## **Ventajas y Desventajas de las Presas de Material Suelto**

Respecto a presas de material suelto las ventajas son las siguientes:

Posibilidad de situarse desde valles anchos hasta cañones con ladera de baja pendiente.



Las exigencias para cimentación son de menor rigurosidad en relación a otros tipos de presas.

Posibilidad de encontrar las rocas en suelos compresibles y blandos o formaciones de suelos permeables.

Uso de materiales naturales minimizando el costo final, ya que, se elimina el transporte de material procesado y cemento.

El flexible diseño se adapta a diversos materiales de relleno, en caso se sectoriza en su interior.

El desarrollo de la construcción es continuo y mecanizado.

Las presas de material suelto de diseño apropiado, pueden adaptarse de forma segura a imperfecciones por asentamientos sin experimentar fallas o fracturas.

Las desventajas de presas de material suelto se fundamentan en la posibilidad de experimentar daños graves, inclusive ser agrietadas por erosión producida, en caso de vertido por coronamiento, la fragilidad a filtraciones ocultas y erosión interna de presa o su cimentación.

### **Concreto y mezclas asfálticas**

El cemento asfáltico es un material producto de solidificación de mezcla de ligante asfáltico y agregado. El cemento asfáltico convencional o modificado, funciona como ligante que aglutina las partículas en una pasta cohesiva. El agregado ligado funciona como una armadura pétreo aportando rigidez y firmeza. El concreto asfáltico es afectado por las propiedades de cada elemento.

### **Clasificación de las mezclas asfálticas**

De las variedades de mezclas asfálticas, el parámetro utilizado para constituir las diferencias utilizadas como medidas de clasificación son, tamaño de agregados pétreos, porcentaje de vacíos, la estructura o temperatura de los agregados. Seguidamente, se clasifica las mezclas asfálticas por:

Temperatura de colocación y compactación

Mezclas en Caliente: producidas por la mezcla de cemento asfáltico y agregado con un rango de temperaturas que fluctúan de 150 y 160 °C. Además, esta colocación se efectúa a temperaturas mayores a 100 °C para así extender y compactar de manera adecuada.

Mezclas tibias: producidas y utilizando con un agente modificador de viscosidad de cemento asfáltico facilitando la producción y colocación de concretos asfálticos a temperaturas inferiores de 20°C a 40°C en relación a mezclas en caliente.

Mezclas en Frio: producidas en frío usando asfaltos rebajados o mezclas asfálticas y materiales, además, a temperatura ambiente la puesta en obra es realizada.

Por la proporción de vacíos de aire

Mezclas densas: los vacíos de aire no supera el 6% en proporción.

Mezclas semi-densas: los vacíos de aire está entre el 6% y el 10%. en proporción.

Mezclas abiertas: los vacíos de aire son mayores a 12% en proporción.

Mezclas porosas: los vacíos de aire son superiores al 20%. en proporción.

Por el tamaño máximo del agregado pétreo

Mezclas gruesas: son mezclas de granulometría homogénea y continua, hechas con cemento asfáltico y agregados, que excede los 10 mm de tamaño nominal.

Mezclas finas: son mezclas compuestas por un agregado fino adicionando ligante asfáltico y polvo mineral.

Por granulometría del agregado

Mezclas continuas: son combinaciones granulométricas que presenta diversos tamaños de agregados.

Mezclas discontinuas: son combinaciones granulométricas que presenta diversos tamaños de agregados limitados.

## **Usos del concreto asfáltico**

### **Pavimentos**

En la construcción de la estructura del pavimento es utilizado el concreto asfáltico en carreteras, plataformas de aeropuertos, y estacionamientos, particularmente en capas de base y carpetas, debido que la elaboración y mantenimiento del material se puede efectuar, ya que, tiene características físicas y mecánicas que cumplen las exigencias de permeabilidad y resistencia en estas estructuras. El uso de concretos asfálticos tiene la finalidad de demostrar

que los vacíos de aire esta entre el 4% al 6%. No obstante, estos usos se encuentran en capas de concreto asfáltico empleadas en la superficie del pavimento, con la finalidad de ayudar el drenaje superficial en la carretera con vacíos mayores al 10%.



*Figura 6: Pavimentos en carreteras, aeropuertos y estacionamientos*

#### Estructuras hidráulicas

En la construcción de estructuras hidráulicas es usado como elemento impermeabilizante el concreto asfáltico en canales, lagunas artificiales, diques, y presas de enrocamiento, estos presentan vacíos de aire menores al 3%.



*Figura 7: Izquierda: Extendido y compactación de concreto asfáltico en talud de canal (Orozco R., 2008), Derecha: Construcción de presa Storglomvath - Noruega usando núcleo de concreto asfáltico impermeable Hoeg, K. (1993).*

## Relaciones volumétricas y gravimétricas

En la elaboración y diseño de mezcla asfáltica se consideran tres fases, una fase líquida (cemento asfáltico), una fase sólida (agregado) y gaseosa (aire), dichas relaciones volumétricas y gravimétricas, se mencionan a continuación:

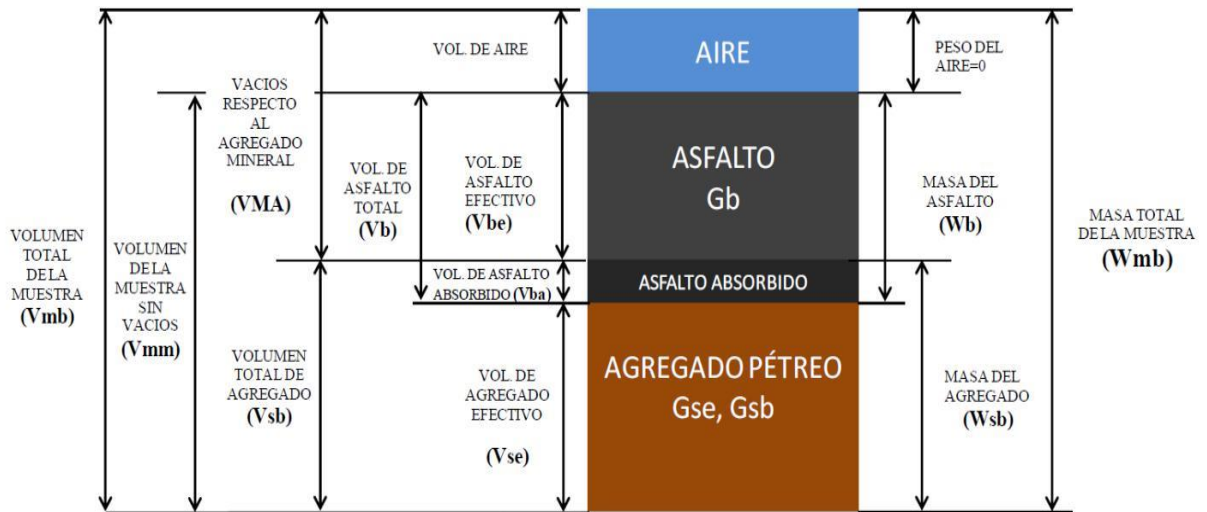


Figura 8: Diagrama de fases de una mezcla asfáltica compactada (Protocolo AMAAC., 2008)

Dónde:

$V_{mb}$  = volumen total de la mezcla compactada.

$V_{mm}$  = volumen de la mezcla sin vacíos.

$VMA$  = volumen de vacíos en el agregado mineral.

$V_{sb}$  = volumen total del agregado.

$V_{se}$  = volumen efectivo de agregado.

$V_{be}$  = volumen efectivo de cemento asfáltico.

$V_{ba}$  = volumen de cemento asfáltico absorbido.

$V_{aire}$  = volumen de aire.

$W_{mb}$  = masa total de la mezcla compactada.

$W_a$  = masa del aire.

**Concreto asfáltico**, "evaluated the influence of the method of compaction on the properties of asphalt concrete applied in dams. The mixture used in research was composed of limestone and

CAP B180. The mixture used had a second granulometric curve to a Füller curve with a maximum diameter equal to 16 mm, 12% calcareous (<0.075 mm) and 6.7% CAP. Five types of compression were guaranteed: Marshall method: specimens formed by 4 layers of approximately 60 mm thick and 10 cm in diameter compacted using 30 strokes per layer (1 stroke per second)." (Wang, W. y Höeg, K., 2002, p.63). El autor define al concreto asfáltico a la mezcla compuesta por CAP B180 al 6.7% de cemento asfáltico y piedra caliza con un máximo diámetro de 16 mm. Evaluándose 5 tipos de compactación y el de mayor aproximación el Método Marshall formada por 4 capas de 60 mm de espesor y 10 cm de diámetro compactadas con 30 golpes por capa.

El autor define al concreto asfáltico u hormigón asfáltico cuyas propiedades se adecuan a las necesidades específicas como son el diseño de la presa, siendo de vital importancia en núcleos en embalses bituminosos, y estos adicionales reflejados en costos proporciona cualidades adicionales en el núcleo incrementando el volumen de relleno o betún, para ello, se han perfeccionado metodologías de satisfacción teniendo, considerando los beneficios del concreto de naturaleza asfáltica usado para impermeabilizar el núcleo de presas, en la que se destaca los beneficios por la utilización de canchales de material arcilloso. (Institute, 1993, p.5).

El autor define al concreto asfáltico como una carpeta bituminosa de material, no para un único elemento, dado que, se utiliza para material arcilloso y en cara aguas arriba en presas, generalmente su aplicación es de forma manual mediante la metodología Bituminus masilla Core; por ejemplo, esta metodología se utilizó en la presa de Vale do Gaio en su construcción en el año de 1949 en Portugal, donde se empleó masilla en capa, cuya forma es como cortinas con pendiente de proporción de 1.0V a 0.8H. y un espesor comprendido entre 10 m. a 20 m. (ICOLD, 1992, p. 92).

"In 1971, the use of asphalt rubber on specific pavements that showed "crocodile" type cracks or severe fatigue was very successful. In 1972, a novel pavement design was designed to improve districts and neighborhoods with a 15.2 cm aggregate base. and 5 cm of asphalt concrete." (Scherozman, 1979, p.14). El autor define al concreto asfáltico como una aplicación

de caucho asfáltico que mitiga fatiga severa o grietas y estas se utilizan en mejoramiento urbano formando un compuesto de base agregada y concreto asfáltico.

"those of heavy trucks, cause deformations and tensions in the pavements structurally originated by traffic loads, mainly, these results are stored with the passage of time, producing in the pavement a deterioration, as they are cracking by fatigue in portland concretes or plastic deformation in asphalt concrete." (Papagiannakis, A and Masad, E, 2008, p.13). El autor define el concreto asfáltico sirve en cargas de tráfico, cuyos efectos son acumulativos, lo que produce un deterioro, como agrietamiento por fatiga en los hormigones de Portland o deformación plástica en hormigones de asfalto.

**Cemento Asfáltico**, el autor define que para la obtención del cemento asfáltico es producto de la transformación del destilado del petróleo con la finalidad de desechar una cantidad parcial de sus aceites y volátiles solventes. Entre sus cualidades más resaltantes se tiene que la viscosidad fluctúa en relación a la temperatura, en relación a las resinas que posee estas le dan la particularidad de adherencia cuando actúa con los agregados pétreos, y de excelencia respecto al ligante, además su consistencia es semisólido estado a temperatura ambiente. (Flores y Vásquez, 2017, p.20).

El asfalto straight run es comúnmente llamado cemento asfáltico, siendo este el residuo de la destilación al vacío, cuyas características son de dependencia a las propiedades provenientes iniciales del crudo, y a la vez, estas alcanzan ser inspeccionadas por variables de operación, como son el vacío aplicado y el control de temperaturas para la columna de destilación al vacío, asimismo el despojamiento de ligeros, la cual se efectúa en ambas columnas de destilación mediante la introducción de vapor de agua. Además, la clasificación está relacionado a identificación de consistencia a temperatura específica, y establece un valor de penetración e inversamente proporcional a la consistencia. (Abugattas, 2010, p.22).

El autor define al cemento asfáltico de acuerdo a una especificación asfáltica, donde el diseño para mezclas de cemento de naturaleza asfáltica, y estas al ser mezcladas para su uso en

construcción, para ello, se recopila información basado en normas internacionales ASTM, y este diseño para mezclas CA será concluyente, posterior a la realización de ensayos como son ASTM D2041, ASTM D2726, ASTM D3202 y ASTM D6927 utilizados en los tres contenidos en porcentajes de asfalto: 6.5%, 7.0% y por ultimo 7.5% en relación al peso del agregado seco. (Institute, 1993, p. 93).

“Mixed cements and portland cement called hydraulic cements, in mixed cements, their classification is determined in terms of main components in AASHTO M 240 and ASTM C 595, while portland cement is specified in ASTM and AASHTO according to their physical properties and chemicals, such as AASHTO M 85 or ASTM C 150, and in relation to the performance of ASTM C 1157.” (Papagiannakis, A and Masad, E, 2008, p.163). El autor define el cemento asfáltico como una mezcla de pegamento (cemento, agua, y aire) que unen los rellenos llamados agregados mediante aditivos cementosos y químicos complementarios a la mezcla.

"Regarding the high content of oil and its predominant influence on the rheological characteristics of cement of asphaltic nature, results were obtained. Since these mixtures have superior penetration and lower viscosity, they are more sensitive to cement temperatures of an original asphaltic nature, in addition, the mixtures have excellent properties outside the aggregate, such as wetting. " (Hardin, 1995, p.214). El autor define el cemento asfáltico como una mezcla que posee una mayor penetración, cuya viscosidad baja es susceptible a la temperatura que el cemento asfáltico original, estas tienen excelentes propiedades humectantes fuera del agregado.

**Vacíos**, el autor define el contenido de vacíos cuyos valores se habrán que comprobar de las características respectivas al porcentaje de 3% en vacíos de aire que será calificado como contenido óptimo de asfalto de diseño cuyo valor de referencia será utilizado como porcentaje recomendable en porcentajes de Asfalto al 7%, respecto a la gradación de agregado y aumentos pre-seleccionados de asfalto no llegasen a concretarse, se solicitará una modificación en agregados presentado como mezcla. Para la porosidad o contenido de vacíos, el concreto de naturaleza asfáltica por medio de innumerables ensayos de laboratorio se obtuvo, experimentalmente la impermeabilidad buscada incluso en situaciones como presiones de

agua altas (Institute, 1993, p.93)

El autor define el contenido de vacíos o poros de la superficie del pavimento como generadores de fisuras, facilitando el ingreso del agua, dando como resultado deterioro de los caminos, producto del agua que se encuentra debajo del pavimento, la cual reblandece el suelo de la subrasante, a su vez destruye la capacidad estructural del pavimento, este claro ejemplo se agrava por las partidas presupuestarias bajas que se aplican en el mantenimiento. (Ricci, 2011, p.49)

El autor define el contenido de vacíos o poros de la superficie del pavimento como generadores de fisuras, facilitando el ingreso del agua, dando como resultado en caminos posibles desgastes, resultado de ello hay un reblandecimiento del subrasante del suelo resultado del agua ubicado en la parte baja del pavimento, y esta condición arruina al pavimento estructuralmente, este claro ejemplo se agrava por las partidas presupuestarias bajas que se aplican en el mantenimiento. (Ricci, 2011, p.49)

El autor define para contenido en vacíos o poros como componentes constitutivos en una mezcla y esta combinación debe lograr satisfacer los siguientes requerimientos que se exige a las mezclas de características asfálticas como son: trabajabilidad suficiente, cantidad necesaria de asfalto para certificar durabilidad, estabilidad suficiente bajo condiciones de cargas en tránsito, vacíos de aire necesarios, para prevenir daños del clima en límite superior y para la post compactación en límite inferior. (Ricci, 2011, p.110).

“Most of the pavement in its structural part WA are created of slightly thin asphalt formed by flexible pavement, where the dense graduated asphalt or DGA is generally used for aggregate particle dimensions that is distributed uniformly of thick to thin characteristics, and The design of air vacuum is low, generally in percentages of 3% up to 7%. For this type of mixture, it is convenient to use course applications, since it has a considerable capacity in the transport of traffic loads.” (Kim, 2018, p.1311). el autor define que los vacíos son relativamente bajo, generalmente del 3% al 7% siendo adecuada para aplicaciones de pavimentos estructurales y se usa comúnmente un tamaño de partícula agregado que se distribuye uniformemente de grueso a fino, ya que tiene una enorme capacidad para transportar cargas de tráfico.



“In an asphalt pavement, durability is a characteristic of the HMA pavement in its content of air voids in its distribution. While the air voids in quantity are low, less permeability capacity will have the mixture. On the other hand, an air vacuum content that is too high in quantity proves openings from one side to the other in the mixture allowing the entry of water and air harmful to said mixture; On the other hand, a concentration of air voids that are too low leads to the appearance of pushes, furrows and bleeding or redness” (ASPHALT Institute, 2014, p.13). el autor define que los vacíos o contenido de vacío del aire tiene relación a la durabilidad del pavimento asfáltico, dado que, al contener menos vacíos de aire, la mezcla menos permeable será, sin embargo, una alta concentración en vacío de aire facilita de un lado a otro de la mezcla aberturas que permiten el ingreso de agua y aire que son perjudiciales. Además, un porcentaje de vacíos de aire demasiado bajo facilita la formación de empujones, surcos y sangrado.

**Espesor de capas**, “in case, out of utility, for asphalt core construction rates usually higher than the previous ones practiced (bone, 20 cm of compacted thickness of two layers per day) without decreasing the quality of the compaction of the core in asphalt concrete.”. (Wang, W. y Höeg, K., 2002, p.2). El autor define al espesor de capa utilizado en la construcción de núcleo de asfalto más alta que anteriormente practicado en otras palabras, la compactación de dos capas al día de 20 cm de espesor sin reducción de la calidad del núcleo compactado de Hormigón asfáltico.

El autor define el espesor de capas, a la capacidad de compactación con igual número de pasadas y un previo establecimiento, cuyos procedimientos de construcción corresponderán disminuir el requisito de juntas de construcción tanto longitudinales como transversales e introducir una metodología para tratar juntas en caso de requerirse como son los métodos de colocación, la paralización de trabajos, etc., que afirme continuidad y una adhesión conveniente del cemento asfáltico. (Institute, 1993, p.94)

El autor define el espesor de capas, dada la importancia se realizó gran cantidad de exploraciones que han ido desarrollando hasta mejorar la capacidad de mezclas asfálticas para diseñar proyectos, según las valoraciones realizadas en campo y laboratorio se concluye la existencia de adherencia reflejadas en la experiencia en campo. (Delbono,H y et al, 2014, p.379).

“The state of cohesion in the middle of the underlying layer of asphalt and the thin layer of surface, these conditions are of importance, since, it influences the duration of the superficial thin layer and performance. It is worth mentioning that, Wu proposed a methodology with respect to the modified tensile test to check the cohesion condition between the underlying asphalt layer and the ultrafine wear layer; To this end, three types of ultrafine wear layers were chosen, the components of which have cement modified with epoxy and bitumen resin” (You, Dai, y Xiao, 2018, p.114). el autor define que el espesor de capa compuesta por una superficie delgada y la capa de asfalto subyacente influye en el rendimiento y la durabilidad de la capa de superficie delgada.

“In the acquisition of an appropriate compatibility between the stone substrate and protective treatment, it is essential not to modify in a great way the diffusion of water vapor through the stone, since, the microstructure is different in comparison to the stone, the stone limestone, untreated sandstone, and marble being these rates completely different from the diffusion of water vapor.” (Sangiorgi, Ubertini and Pisello, 2018, p.171)., el autor define que el espesor de capa para requiere una buena compatibilidad entre el tratamiento protector y el sustrato de piedra, se requiere no alterar la difusión de vapor de agua de la piedra, ya que, la microestructura como, la piedra arenisca no tratada, la piedra caliza y el mármol tienen tasas de difusión de vapor de agua diferentes.

**Impermeabilización**, el autor define la impermeabilidad como no absoluta, ya que no hay impermeabilidad en la mecánica de los suelos como propiedad, siendo relativamente un concepto de los suelos, donde las fluctuaciones de la permeabilidad para las arcillas más compactas tienen la particularidad de ser porosas y es inevitable el paso de agua de un lado a otro. (Koolheas, 1987, p.31). El autor define la impermeabilidad como la aplicación de un núcleo o zona impermeable provisto de un material con dichas características, mezclado por espaldones de apoyo de material relativamente permeable, siendo su propósito es suministrar al material impermeable la adecuada estabilidad en el recorrido de su sección. por ejemplo, esta metodología se aplica en algunos casos de grandes presas con posible el uso de una sección homogénea y presas de relleno secundario (Novak, 2001, p.42).

El autor define la impermeabilidad como la relación de la permeabilidad y estabilidad del material subyacente, donde los depósitos de naturaleza fluvial y glaciario son compactos e impermeables, presentan buena estabilidad, por su propiedad impermeable, y al encontrarse recubiertas de vegetación natural están del todo beneficiadas. (Ingemmet, 1982, p.36).

“La importancia de la durabilidad es una preocupación que está conectada con el posible daño a causas de la humedad, designado como "decapado". El agua efecto de la combinación con cargas repetitivas de tráfico, originado por el efecto de fregado en relación al agua es empujada hacia afuera y hacia adentro en los vacíos para pavimento. La sustracción involucra que el vapor de agua o solo agua ingresen entre el agregado y asfalto en película, por ende, fragmentando el enlace adhesivo entre la película de aglomerante de agregado asfáltico y aglomerante de película asfáltico.” (ASPHALT Institute, 2014, p.11). El autor define la impermeabilización u oposición a la humedad, como un asunto aplicable al daño por humedad respecto a la durabilidad, habitualmente esta combinación de cargas repetidas de tráfico y de agua causan un fregado por efecto del agua el cual es empujada y retirada por los vacíos en pavimentos. Dicha extracción involucra que el vapor de agua o agua se ubiquen entre los agregados y la película de asfalto, fragmentando el enlace en medio de la película aglomerante de asfalto y agregados.

“The standard mix design and corresponding tests can be used for the mix design in waterproof hydraulic mixtures, there are particular considerations to ensure waterproofing with a permeability coefficient "k" less than  $1 \times 10^{-7}$  centimeters per second for a content in Air voids in replacement of the concrete of asphaltic nature in its coating, for this, it will not exceed 3 percent. The asphalt increased in its content favors in the satisfaction of the design as a requirement.” (ASPHALT Institute, 2014, p.169). El autor define la impermeabilización mediante equipos y pruebas de diseño de mezcla estándar pueden usarse en diseño de mezclas hidráulicas impermeables, se tomará consideraciones específicas, para asegurar la impermeabilidad cuyo coeficiente de permeabilidad (k) menor a  $1 \times 10^{-7}$  centímetros por segundo, y el contenido de vacío de aire en remplazo de revestimiento de concreto asfáltico no debe exceder el 3%.

**Permeabilidad**, el autor define la permeabilidad como una propiedad fundamental de la tierra, y para un cuerpo impermeable obedece a sus características intrínsecas, ósea depende de un número de sectores, y esta es ajustable a una fundación de estructura terraplén o dique, la permeabilidad se designada técnicamente como la capacidad de permeabilidad o también denominada conductividad hidráulica de tierra. (Head, 1985, p.282).

El autor define la permeabilidad o coeficiente de conductividad hidráulica es una medida hidrogeológica esencial para el dinamismo subterráneo del agua en dicho estudio. Lo complicado del cálculo directo realizado en laboratorio y campo, muestra una incertidumbre elevada reflejada en valores reales, fundamentado por distintos ensayos, para ello, se planteó la solución a estos obstáculos, para ello se estimó la conductividad hidráulica mediante indicadores de características más seguras funcionalmente adentro del suelo. (Donato 2004, p.10)

El autor define la permeabilidad de un, concreto simple impermeable en su núcleo, a la conexión de esta con areniscas o lutitas, siendo utilizada en presas conformada por un impermeable núcleo bastante amplio y además asimétrico, provistos de material de apoyo permeable y también por el lado de aguas arriba de una capa de roca, de manera que, esta proteja contra el oleaje, en el caso que se construya un dentellón gran longitud en la extensión de la presa. (Gómez, 1946, p.85).

“The rapidity of hydration and consequently, strength gain increase with a significant increase in fineness due to its cement particle size. However, an increase in fineness can lead to a long-term increase in permeability. 95% of cement particles are generally smaller than 45 microns, whereas the average particle size is approximately 15 microns.” (Papagiannakis, A and Masad, E, 2008, p.168). El autor define la permeabilidad como la velocidad de hidratación, cuyas ganancias de fuerza aumentan con el incremento en la finura dimensional de partículas de cemento. No obstante, un incremento en la finura conduce un aumento a largo plazo en la permeabilidad. Por lo general las partículas de cemento son 95% de más pequeñas que 45 micrómetros, en cambio el promedio de partículas es de 15 micrómetros.

“Mainly the physical problems concentrate in the ways to diminish the entrance of the water by the interface of the asphalt aggregate. In addition to the careful selection and a respective quality control of materials, caution must be exercised in the construction and design to conserve moisture outside the pavement, providing a good compaction of mixtures and adequate drainage for water, so that it can be minimized the permeability of the pavement and air voids.” (ASPHALT Institute, 2014, p.112). El autor define la permeabilidad como defectos físicos que tienen la finalidad de reducir el paso del agua a la interfaz del agregado de asfalto, provisto de una selección metódica de materiales respecto a su calidad, de manera que, se tome las precauciones y se mantenga fuera la humedad del pavimento en su construcción, suministrando una buena compactación de la mezcla de asfalto y un drenaje adecuado para el agua para reducir la permeabilidad del pavimento del mismo modo los vacíos de aire.

**Granulometría**, el autor define la granulometría como un método de determinación cuantitativa determinada por tamizado y sedimentación, de modo que se seleccione para el tamaño de las partículas mayores de 75 $\mu$ m. por tamizado y para partículas menores de 75 $\mu$ m. por sedimentación de proceso para la repartición de las medidas de partículas del suelo por medio del uso de hidrómetro. (Crane, 1980 p.373). El autor define la Granulometría a la verificación de dimensiones, para la utilización de agregados compuesto por partículas, mediante el huso granulométrico, cuyas características son de medición de parámetros, además de gradación mediante el uso de de granos de suelo o uso de agregados, en relación al origen y propiedades de características mecánicas. (Crane, 1980 p.373)

El autor define como Granulometría a un material de configuración acuífera y respecto a la granulometría del prefiltro de gravilla o grava; o filtro que ocasionalmente se utilice para ello, la rejilla contendrá artificialmente al material agregado de naturaleza acuífera. (Ordoñez, 2011, p.35)

“Particle size is important for the depiction of quality of materials. In concrete technology, particle size analysis is mainly done using sieve analysis. It is often difficult to perform sieve analysis in the construction site and, as a result, construction might suffer from delay. In such cases, image processing could be used to determine particle size distribution of aggregates.” (Khaled, 2016, p.124). El autor define la granulometría como dimensiones de partículas

importante para la calidad de materiales, y para el análisis del tamaño de partícula se realiza principalmente mediante análisis de tamiz y generalmente este análisis se realiza en el sitio de construcción, y a consecuencia de ello, la construcción puede sufrir demoras.

“The maintenance with prefabricated elements is carried out by means of the application of modular elements prefabricated with granular materials compressed by means of a roller. This measure of solution ensures a greater effort to the in situ, and evacuates the waste of foreign objects or called FOD, whose fiberglass mats in the presence of the discontinuity of the pavement is filled with controlled granulometry or stones, these are leveled and rolled, through the unpaved area of the pavement. To do this, put a fiberglass mat, provided with two or more layers of fiberglass soaked with polyester or polyurethane resins, so that you can anticipate the risk of FOD.” (You, Dai, y Xiao, 2018, p.45). el autor define que la granulometría en reparaciones con elementos prefabricados es aplicable a elementos prefabricados modulares compactados con rodillo para materiales granulares, esta provee una mayor resistencia, e impide desperdicios de objetos extraños, como son, las esteras de fibra de vidrio, donde se observa pavimento lleno de piedras de granulometría controlada, laminadas. y nivelado con la parte impar del pavimento. En ella se instala una esterilla de fibra de vidrio, formada por dos o más capas de fibra de vidrio embebida con resinas de poliéster o poliuretano.

**Clasificación SUCS**, el autor define la Clasificación SUCS en dos categorías de suelo como grano grueso o de grano fino. Suelos de grano grueso: representado por arenas y gravas menor al 50% pasando la malla de número 200, esta se inicia con la letra G, de suelo gravoso o grava o S, de suelo arenoso o arena. Para grano fino de suelo en más del 50% del material pasa la malla número 200. Las simbologías inician con la letra M, para limos inorgánicos; C para arcillas inorgánicas u O, cuando se trata de limos y arcillas orgánicos. Además, se utiliza Pt como símbolo para suelos altamente orgánicos turbas y lodos. (Das, 2001, p.39)

El autor define la Clasificación SUCS como la cuantificación y designación de las distintas cualidades del suelo, cuyo objetivo comprende establecer una distribución metodológica de distintas clasificaciones de suelos considerando la semejanza de propiedades geomecánicas y de caracteres físicos. (Crane, 1980, p.374)

El autor define la Clasificación SUCS como resultado de un estudio comparativo entre tres métodos de categorización de suelos finos: SUCS, AASHTO y por último una clasificación de suelos fundamentada en la sensibilidad eléctrica siendo esta última que utiliza parámetros como propiedades en fluidos de poro y sensibilidad química del suelo, puesto que, estas no tienen métodos de clasificación, solo son utilizadas en geotecnia. La importancia de una clasificación de suelo fundamentada en la sensibilidad eléctrica de partículas representa el uso plástico de suelos y mejora la selección de ingeniería. (Guerrero y Cruz, 2018, p.379)

“Soils are divided into fine-grained and coarse-grained soils, both classifications are identified in highly organic soils (pedestrians), of which no classification procedures are carried out. According to the ESCS, the soil is categorized into coarse grains in case 50% of the dry sample of total amount is retained in a 0.063 mm sieve, and according to the USCS, if more than 50% of the total amount of a sample dry is retained in a 0.075 mm sieve.” (Kovacevic, M, Juric-Kacunic, D, Libric, L., 2016, p.287). El autor define la Clasificación SUCS de acuerdo a la división en suelos de grano grueso y grano fino, dichas clasificaciones se pueden identificar en suelos altamente orgánicos (turba), para los cuales no se llevan a cabo procedimientos de clasificación. Además, la clasificación según ESCS, un suelo se clasifica como de grano grueso si más del 50% de la cantidad total de una muestra seca se conserva en un tamiz de 0.063 mm, y según la USCS, si más del 50% de la cantidad total de una muestra seca se retiene en un tamiz de 0.075mm.

“To classify soils, systems such as the Unified Soil Classification System (USCS) can be used, in line with the American standard ASTM D 2487-11, and the European Soil Classification System (ESCS), which uses soil symbols in line and descriptions under the European criteria. The EN ISO 14688-1 standard is based on the principles of online soil categorization under the European standard EN ISO 14688-2. The procedures for the classification of soils are very similar; the names of the groups of soils are similarly relative, while the symbology of soil groups are completely different.” (Kovacevic, M, Juric-Kacunic, D, Libric, L., 2016, p.287). El autor define para Clasificación SUCS como procedimientos para la clasificación del suelo y los nombres de los grupos de suelos son relativamente similares, en cambio los símbolos de los grupos de suelos son diferentes. Para ello, usa los siguientes sistemas para clasificar los suelos:

el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS), en línea con la norma estadounidense ASTM D 2487-11, y el Sistema Europeo de Clasificación de Suelos (ESCS), que utiliza descripciones y símbolos de suelos en línea con los estándares europeos. La norma EN ISO 14688-1 y se basa en los principios de clasificación del suelo en línea con la norma europea EN ISO 14688-2.

### **Problema General**

¿Cómo determinar la evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?

### **Problemas Específicos**

¿Cuál es la ocurrencia del cemento asfáltico en la evaluación funcional del concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presa de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?

¿En qué forma influye el porcentaje de vacíos en la evaluación funcional del concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presa de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?

¿Cómo actúa el espesor de capas en la evaluación funcional del concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presa de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?

### **Justificación del estudio**

Se deduce que la investigación dará a conocer la magnitud teórica y científica, de modo que, la aplicación va otorgar una científica innovación respecto a la clasificación para el núcleo de presa de relaves y su impermeabilización mediante el uso de concreto asfáltico, para ello, plantea una salida a la carencia de arcilla ubicado en canterías, como una posible solución de



impermeabilización de los núcleos. (Ñaupas, 2014, p.164).

Se infiere sobre el entorno social, de modo que, al solucionar las problemáticas sociales que perturban al grupo social, esta favorece en una convivencia armoniosa entre los miembros de la comunidad, como se da en la construcción con concreto asfáltico en su núcleo, ya que, de esta manera se intenta disminuir el uso de arcilla ubicado en canteras, para así, evitar en las comunidades aledañas conflictos de carácter social. (Ñaupas, 2014, p.164).

Se hace referencia que el bienestar económico y social producto de las utilidades y los beneficios que obtiene la población depende de los resultados de una buena exploración, de modo que, forman parte esencial e inicio de partida para proyectarse a una mejora económica y social. (Carrasco, 2017, p.120).

El autor infiere que las hipótesis son indicadores objeto de estudio o exploración, e indican los argumentos que queremos contrastar mediante interpretaciones experimentales del fenómeno supervisado, para ello, se formulan hipótesis según convengan para la investigación científica. (Hernández, 2014, p.120).

### **Hipótesis General**

La utilización del concreto asfáltico dará tratamiento funcional a la impermeabilización del núcleo de la presa de relaves de La Compañía Minera Antamina

### **Hipótesis Específicas**

El cemento asfáltico incurre en la evaluación funcional del concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presa de relaves de La Compañía Minera Antamina.

El porcentaje de vacíos influye en la evaluación funcional del concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de la presa de relaves de La Compañía Minera Antamina.

El espesor de capas contribuye en la evaluación funcional del concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de la presa de relaves de La Compañía Minera Antamina.

## **Objetivo General**

Determinar de qué manera la evaluación funcional del concreto asfáltico dará tratamiento la impermeabilización del núcleo de presa de relaves Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.

## **Objetivos Específicos**

Determinar de qué manera el cemento asfáltico dará tratamiento funcional al concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presa de relaves de La Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.

Determinar de qué manera el porcentaje de vacíos dará tratamiento funcional al concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presa de relaves de La Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.

Determinar de qué manera el espesor de capas dará tratamiento funcional al concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presa de relaves de La Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.

## **II. MÉTODO**

## 2.1. Tipo y diseño de investigación

Método: Científico

Se infirió que el método fue un conjunto de procesos lógicos, mediante ellos, se planean problemas científicos y se orientan a la hipótesis mediante pruebas mediante la investigación de instrumentos de trabajo. (Valderrama, 2013 p.75)

El método **científico** utilizado en el trabajo de investigación consistió en observación metodológica, control, experimentación, formulación, examinar y modificar la hipótesis.

Tipo:

Se infirió que la investigación básica está ligada a descubrimientos y aportes teóricos ligados a características como pueden ser los casos dinámico, empírico, activo; y estas se localiza íntimamente a la básica investigación. (Valderrama, 2013, p. 164).

Basados en los fundamentos de Valderrama la investigación en curso es investigación **aplicada** ya que pueden ser útilmente aplicados con un propósito definido el cual es resolver un problema determinado.

Nivel:

Se infirió a los estudios explicativos dan respuesta a los eventos y causas; estas explicaciones en los estudios superan la descripción en nociones o hechos ocurridos. (Valderrama, 2013, p. 173).

El nivel del presente trabajo de investigación es **explicativo** ya que tiene un interés en manifestar por qué de los eventos y causas, además de un interés en explicar el porqué de los hechos que genera nuestra problemática.

Enfoque

Los usos del enfoque cuantitativo fueron aplicables a la explicación y predicción de una realidad social vista bajo una perspectiva externa en los aspectos universales en su intencionalidad. (Sandoval, 2002, p. 11).

El enfoque del trabajo de investigación es **cuantitativo** ya que se basa en el análisis y estudio

mediante procedimientos basados en la medición de la realidad, haciendo posible experimentar explicar a partir de hipótesis, los resultados de las investigaciones.

#### Diseño

Se infiere que la denominación cuasi experimental, esta existe previamente al experimento, para ello, los individuos incorporados al conjunto experimental y de control, y estos asignados a la suerte tampoco son igualados. (Carrasco, 2017, p.70).

El diseño de investigación es **cuasi-experimental** porque semeja a experimental, ya que, es posible manipular las variables, adicional a ello no se cuenta con el control de las variables vinculados a la muestra del experimento.

### **2.2. Operacionalización de Variables**

#### Variables

Se realizó una descripción de cada una de las variables: variable 1- variable dependiente y variable 2 variable independiente.

Variable 1: Concreto Asfáltico.

Variable 2: Impermeabilización.

### **2.3. Población, muestra y muestreo**

#### Población:

Se infirió para la investigación que la población se compone por los diferentes tipos y procedimientos constructivos en el Perú de presas de relave. (Carrasco, 2017, p.237).

La población tomada fue el **conjunto de presas de relaves en el Perú**, ya que, todas ellas presentan procedimientos constructivos diferentes al de la investigación planteada.

#### Muestra:

Se infirió para la investigación la muestra estuvo compuesta por la Compañía Minera Antamina y específicamente la presa de relaves que está localizada en Ancash, ya que, estos elementos del conjunto poseen características determinadas. (Ñaupas, 2014, p.246).

La muestra tomada fue **Presa de relave de la Compañía Minera Antamina**, ya que, esta presenta determinadas características en consideración los parámetros establecidos en especificaciones técnicas respecto al procedimiento constructivo.

Muestreo:

Se infirió que la designación de la población no obedece a la posibilidad, más bien, obedece a la investigación, ya que, es una muestra de carácter no probabilístico y está administrada por un sub-grupo de la población. (Hernández, 2014, p.176).

EL muestreo fue **No probabilístico**, ya que, este método dependió en gran medida a una experiencia previa, de manera que los resultados de los ensayos realizados nos brindaran toda la información necesaria para la investigación.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

Técnicas:

Se infirió que las técnicas y estratégicas requieren un conocimiento previo para la utilidad y aplicación; y estas guían las actividades que ejecutan los denominados investigadores mediante el conjunto conformado por pautas y reglas. (Carrasco, 2017, p.274).

En la investigación la técnica aplicada fue conformado por especificaciones técnicas y recopilación de experiencia en construcción de presas de relaves aplicando las variables planteada en la investigación.

Instrumentos:

Se infirió que la medición mediante la aplicación del instrumento es una técnica que el denominado investigador rastrea datos o información pertinente a las variables para el proceso de evaluación. (Hernández, 2014, p.200).

En la investigación el instrumento aplicado fueron datos e información relevante considerando para ello a las variables de la investigación.

Ficha: Los registros de información aprovechables fueron las fichas, estas son convenientes en

técnica documentaria, además en otras técnicas alternas para recolección de datos, ya que, es un instrumento perfecto para combinar herramientas diversas; planteadas por investigación en estudio, de modo que los objetivos planteados se puedan lograr. (NiroR, y otros, 2011 p.98)

En la investigación el instrumento aplicado fueron datos e información relevante para el proceso constructivo considerando para ello a las variables.

Las Fichas utilizadas fueron los registros de información que se relacionan con las variables, las cuales se realizaron para dar validez a la investigación mediante ensayos de laboratorio según especificaciones técnicas internacionales.

Las Fichas utilizadas fueron los registros de información que se relacionan con las variables, las cuales se realizaron para dar validez a la investigación mediante ensayos de laboratorio según especificaciones técnicas internacionales.

#### Validez

Los requisitos primordiales como la validez y confiabilidad, se realiza mediante un instrumento de recolección de información o medición, para dicha medición se elaboró una ficha técnica o instrumento de evaluación juicio de expertos, por medio de juicio de tres expertos, relacionados al estudio del tema, para ello, se obtiene el grado de validez requerido para ser utilizada en la investigación presente. (Bernal, 2010, p.247)

El contenido será validado por intermedio de juicio de expertos, por consiguiente la investigación en desarrollo fue analizada, revisada y finalmente validada a través de expertos especialistas.

#### Confiabilidad

Cuando se produce consistentes resultados es porque un instrumento es fiable o confiable, o en caso se aplique en ocasiones distintas, en otras palabras, es estable o reproducible. (Valderrama, 2013, p.215). La confiabilidad fue fiable o confiable debido a que los resultados fueron consistentes, ya que, estos cumplieron con las teorías relacionadas a la investigación y especificaciones técnicas aplicables.

## **2.5 Procedimiento**

Presentación del esquema del proyecto de investigación.

Con ayuda del nuestro asesor, despejamos dudas ¿Qué hacer? ¿Podríamos mejorar?

Observación de la realidad problemática en la compañía minera Antamina, centrada en la presa de relaves, teniendo en cuenta nuestra línea de investigación.

Formular una pregunta, que abarca, muchas respuestas posibles, realizar la justificación, hipótesis y objetivos de la investigación.

Realice el análisis, las variables y la Operacionalización del estudio.

Determinar la población, muestra y muestreo del trabajo.

Preparar las fichas de recolección de datos, los que tienen que ser validadas por juicios de expertos, así como el método de análisis

Presentación de la investigación a juicios de expertos, para recibir las correcciones finales

Presentación y sustentación de la tesis

## **2.6 Método de análisis de datos**

Los métodos fueron presentados mediante cantidades y porcentajes de contenido de cemento asfáltico y la distribución granulométrica de los agregados que serán utilizado en la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente, para ejecución y elaboración del núcleo asfáltico, la metodología consistió de las siguientes actividades:

Se determinó el cemento asfáltico y agregados.

Se determinó el contenido de cemento asfáltico y distribución de la granulometría que se usó en la elaboración de la mezcla asfáltica.

Se elaboró especímenes de concreto asfáltico.

Se ejecutó mediante pruebas el contenido de vacíos de los especímenes de concreto asfáltico.

Se analizó e interpreto los resultados del contenido de vacíos con los resultados del espesor de capa apto.



## **2.7 Aspectos éticos**

Los principios éticos del proyecto de investigación fueron aplicados manteniendo la honestidad y una guía adecuada y metodológica de un estudio de investigación, manteniéndonos al margen con la privacidad de autores ajenos y también cuidando la confidencialidad de la información del tema.

“Para que la investigación se sustente en los principios de la ética, cuando los sujetos de estudio sean personas, se tendrá en cuenta el consentimiento previo de los mismos para participar, tomándose en cuenta todos los aspectos establecidos al respecto.” Opazo Héctor (2011)

Se tuvieron en cuenta los principios establecidos por parte de la universidad en el desarrollo de búsqueda de información aplicando las citas respectivas de investigación académica.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Descripción de la zona de estudio

la presa de relaves de Antamina, está ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huarí en la Región Ancash, a 200 km. de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4,300 msnm. localizada a 3 kilómetros de planta concentradora; la presa tiene una altura de 135 metros y placa interior de concreto reforzado, inyecciones de concreto de 80 m., túneles de drenaje, en los estribos y canales colectores de agua de lluvia, con capacidad final de 25m<sup>3</sup>/seg.

La Presa fue diseñada en el año 1999, considerándose una cota final de 4120 m y capacidad de almacenaje de relaves 570'000000 de toneladas. Es por ello, que la presa necesitara recrecer para aumentar el volumen de almacenamiento a consecuencia del incremento de las reservas de mineral. Actualmente la necesidad del proyecto obliga que Antamina cambie el método de construcción aguas-abajo por línea central, para alcanzar ello, se elaboró varias alternativas de recrecimiento mediante estudios, concluyendo que la alternativa factible fuera el método de línea central para el recrecimiento de la Presa a la cota de 4135 m. del método de construcción de aguas-abajo por el de línea central.



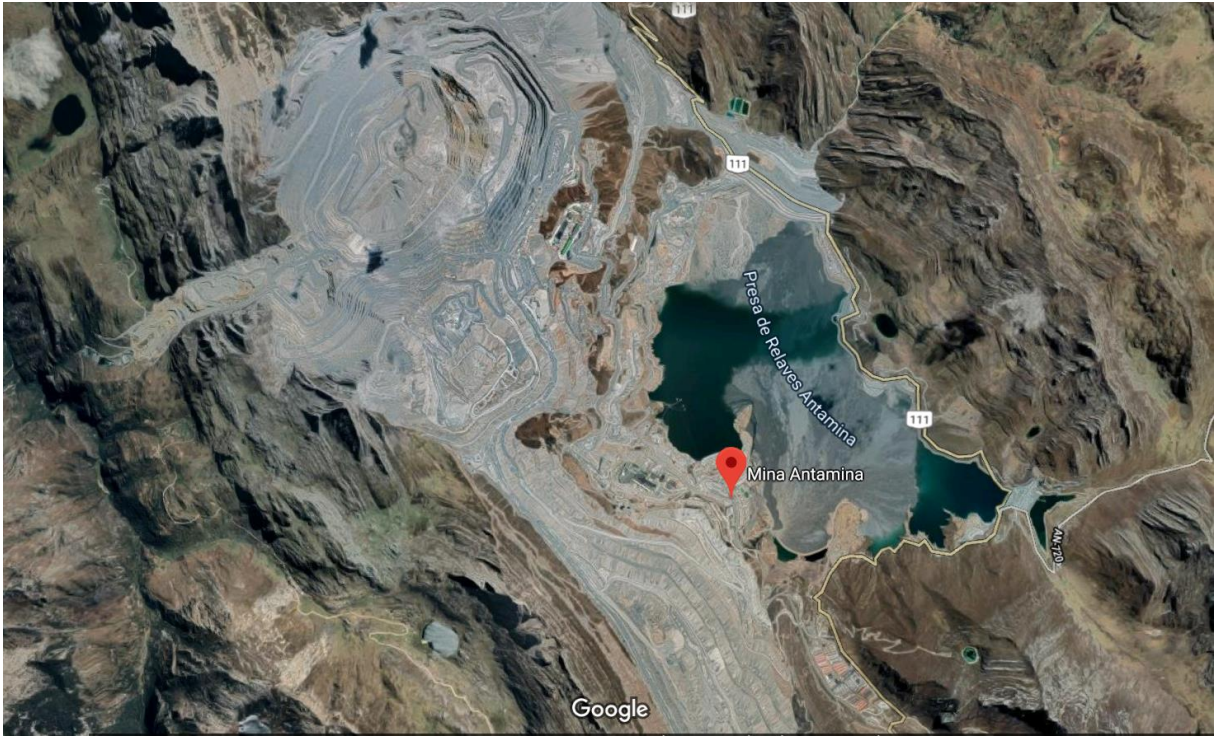
*Figura 9:* Vista panorámica de la presa de relaves, fuente elaboración propia.

## Ubicación

Se ubica Antamina en la Cordillera de los Andes, distrito de San Marcos, Región Áncash, a por carretera a 200 km de la ciudad de Huaraz, y 270 km al norte de Lima aproximadamente, y la altura está comprendida entre 3800 y 4800 msnm.



Figura 10: Ubicación del proyecto Antamina en el mapa peruano, fuente google maps.



*Figura 11:* Ubicación del proyecto Antamina, fuente google maps.



*Figura 12:* Vista panorámica del tajo de mina, fuente elaboración propia.

## 3.2 Diseño de mezcla asfáltica

### Documentos de referencia

Agregados: Análisis granulométrico ASTM C136  
Contenido de humedad ASTM D 2216  
Abrasión los Ángeles ASTM C 131  
Absorsion ASTM C 127 /ASTM C 128  
Partículas chatas y alargadas ASTM D 4791  
Índice de plasticidad ASTM D 4318



*Figura 13:* Recolección de Agregados para realizar sus ensayos especificados.

Cemento Asfáltico: Penetración ASTM D5  
Ensayo punto de reblandecimiento (anillo y bola) ASTM D 36  
Perdida de Calentamiento ASTM D 6



*Figura 14:* Recolección de Lata de PEN 120/150 para preparación de concreto asfáltico.

El diseño de mezcla de CA: Preparación de muestras Marshall ASTM D 6926  
Estabilidad y Flujo Marshall ASTM D 6927  
Densidad sobre muestras compactadas ASTM D 2726  
Peso específico máximo teórico (Rice) ASTM D2041  
Porcentajes de vacíos ASTM D3203

### **3.3. Ensayos realizados**

Los agregados utilizados en este diseño son provenientes del chancado del material producido por Antamina (Agregados Gruesos y finos), estos se dividen de la siguiente forma: gravilla  $\frac{3}{4}$ " (19.0 mm), gravilla  $\frac{1}{2}$ " (12.0 mm) y arena  $\frac{1}{4}$ " (6.0 mm) procesadas no plásticas; compuesta por partículas durables sin material orgánico, contenido de arcillas, partículas blandas, o cualquier otro material inadecuado. A continuación, se desarrolla los ensayos aplicables al proyecto de investigación:

## Análisis granulométrico ASTM C136



Figura 15: Granulometría de los agregados grava, gravilla y arena.

Tabla 1: Límites Granulométricos para Mezcla de Agregados

Sieve Size / Tamaño de Malla (mm)	% Passing / % que Pasa
19.0	100
12.5	80 – 92
9.5	73 – 85
4.75	54 – 66
2.36	39 – 51
1.18	33 – 41
0.600	27 – 35
0.300	20 – 28
0.150	16 – 22
0.075	12 – 16

Fuente: Especificación Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027, 2016.  
Compañía Minera Antamina S.A.



Tabla 2: Gradación para mezcla asfáltica en caliente (MAC)

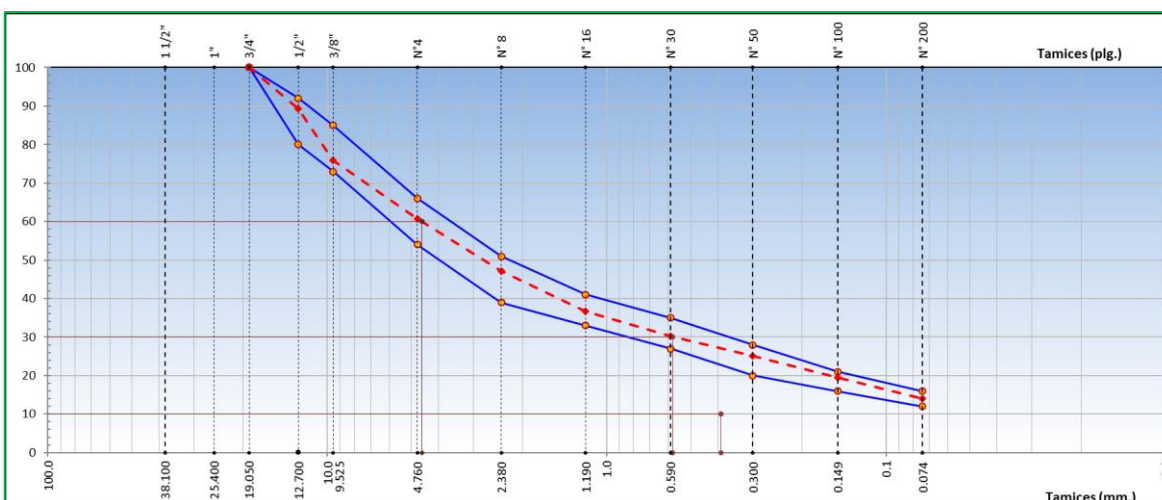
Tamiz	Porcentaje que pasa		
	MAC -1	MAC-2	MAC-3
25,0 mm (1")	100		
19,0 mm (3/4")	80-100	100	
12,5 mm (1/2")	67-85	80-100	
9,5 mm (3/8")	60-77	70-88	100
4,75 mm (N.º 4)	43-54	51-68	65-87
2,00 mm (N.º 10)	29-45	38-52	43-61
425 µm (N.º 40)	14-25	17-28	16-29
180 µm (N.º 80)	8-17	8-17	9-19
75 µm (N.º 200)	4-8	4-8	5-10

Fuente: Tabla 423-03, Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013

**Resultado:**

Tabla 3: Características granulométricas de los agregados.

Tamaño Tamices	Abertura (mm)	Grava 17-12 mm	Gravilla 12-6 mm	Arena 6-2 mm	Arena 2-0 mm	Filler	% Que Pasa	Especificaciones Técnicas	
		30,0%	62,0%	8,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Mínimo %	Máximo%
1 1/2"	38,10								
1"	25,40								
3/4"	19,05	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100
1/2"	12,70	48,7	100,0	100,0	100,0	100,0	84,6	80	92
3/8"	9,53	22,2	69,7	100,0	100,0	100,0	74,2	73	85
Nº 4	4,76	0,6	29,9	99,6	99,7	100,0	61,9	54	66
Nº 8	2,38	0,0	0,0	79,1	91,7	100,0	48,3	39	51
Nº 16	1,19	0,0	0,0	63,2	64,3	100,0	37,6	33	41
Nº 30	0,59	0,0	0,0	55,2	45,4	99,8	32,3	27	35
Nº 50	0,30	0,0	0,0	50,2	31,5	98,2	21,5	20	28
Nº 100	0,15	0,0	0,0	34,2	18,2	90,4	18,4	16	21
Nº 200	0,07	0,0	0,0	29,1	9,9	72,4	15,0	12	16



Fuente: Elaboración propia.

## Interpretación

Los porcentajes de agregados que pasa por los tamices de acuerdo a la tabla 1, cumple, y de acuerdo a la tabla 2 tiene una clasificación MAC-2, cumpliendo solo hasta la malla N° 4.


## Contenido de humedad ASTM D 2216



*Figura 16:* Contenido de humedad de agregado grueso y fino.

La mezcla cuyo contenido de asfalto residual que se considere óptimo, debe poseer un valor de vacíos totales en el rango de 2% a 8%, en la absorción de humedad no debe ser mayor de 4%. según (Especificaciones técnicas generales para construcción, 2013, p.613), y deberá cumplir con el criterio de aceptación mostrados en la figura 14.

Figura 17: Datos técnicos de la planta de asfalto SIM AMMANN - Speedybatch 280.

 SOCIETÀ ITALIANA MACCHINE	PLANTA  <b>SB/280</b>	TITULO  <b>MANUAL DE INSTRUCCIONES</b>	REV.  0
--	-----------------------------	--	---------------

**CAPITULO 1**

**DATOS TÉCNICOS**

**PRODUCCIÓN**

La planta fue estudiada para una producción máxima de 280 t/h de aglomerado asfáltico con una temperatura final de 150 °C al nivel de la mar, a las siguientes condiciones:

- contenido de humedad en los áridos <= 3%
- temperatura externa > 10 °C
- altura hasta 500 m
- promedio peso específico agregados >= 1650 Kg/m<sup>3</sup>
- poder calorífico carburante, valores nominales: gasoleo 10.200 Kcal/Kg  
aceite combustible 9.500 Kcal/Kg
- temperatura de los áridos <= 150 °C
- residuo humedad contenida <= 0,5 %
- máx. medida áridos 40 mm
- material que pasa a través de la malla 3 mm <= 40%
- material que pasa la malla ASTM 200 = 74 micrones <= 7%
- calor específico de los áridos <= 0,21 Kcal/Kg. °C
- tolerancia de producción ± 10%
- Tolerancia de producción 10%
- Capacidad del Mezclador AMIX 2-4 4300 kg.
- Tiempo de mezclado 42sec.
- N. máx. mezclas horarias: 80 (varía según la fórmula inicial)
- fórmula: binder estándar, con uniforme empleo de las redes de la criba
- la producción sobre indicada incluye todo el filler recuperado y el betún añadido en un promedio de 5% de su peso
- material no poroso y no higroscópico con una buena preselección y forma regular
- gestión profesional de la planta y movilización medios de transporte.
- Fórmula: ligante de betún estándar, con empleo uniforme de todas las mallas de la criba
- Material con una buena preselección y forma regular.
- Material no poroso y no higroscópico

- Tensión: la planta esta predispuesta para un voltaje de 400V-3fases 50Hz.
- Motores: eléctricos estaños, ventilados exteriormente.

**Resultado:**

Tabla 4: Contenido de Humedad de los agregados.

Referencia del Ensayo	Procedimiento	Criterio	Resultado
ASTM D2216	Ensayo de Contenido de Humedad (Ag. grueso)	<4%	0.6%
ASTM D2216	Ensayo de Contenido de Humedad (Ag. Fino)	<4%	3.6%

Fuente: Elaboración propia

## Interpretación

El contenido de humedad en la tabla 4, cumple, con las Especificaciones técnicas generales 2013, así mismo cumple con la figura 14, respecto a mezcla global de áridos es menor a 3%.

## Ensayo de aceptación de agregados

El material provendrá de las operaciones de minado a tajo abierto o de las fuentes de préstamo y será producido en plantas chancadoras disponibles Los agregados deberán cumplir con los criterios de aceptación mostrados en la tabla 5



Figura 18: Abrasión los Ángeles de agregado grueso.

Tabla 5: Ensayos de aceptación de agregados.

Test Reference / Referencia del Ensayo	Procedure / Procedimiento	Criteria / Criterio
ASTM C131	Los Angeles Abrasion Test / Ensayo de Abrasión Los Ángeles	35% max
ASTM C127	Water Absorption Coarse Aggregate / Absorción del Agregado Grueso	<2%
ASTM D4791	Flat & Elongated Particles, 1:5 ratio / Partículas Chatas y Alargadas, relación 1:5	10% max
ASTM D4318	Plasticity Index / Índice de Plasticidad	NP

Fuente: Especificación Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027, 2016. Compañía Minera Antamina S.A.

Tabla 6: Requerimiento para agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35% mín.	35% mín.
Partículas chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción *	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Fuente: Tabla 434-01 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013.

Tabla 7: Requerimiento para agregado fino.

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (m.s.n.m.)	
		≤ 3.000	> 3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASTHO TP 57	8 máx.	8 máx.
Índice de Plasticidad (malla N.° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
Índice de Durabilidad	MTC E 214	35 mín.	35 mín.
Índice de Plasticidad (malla N.° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción* *	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Fuente: Tabla 434-02 Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013.

## Resultado:

Tabla 8: Características geométricas físicas y químicas de los agregados.

Referencia del Ensayo	Procedimiento	Criterio	Resultado
ASTM C131	Ensayo de Abrasión Los Ángeles	35% max	23%
ASTM C127	Absorción del Agregado Grueso	<2%	0.69%
ASTM D4791	Partículas Chatas y Alargadas, relación 1:5	10% max	3%
ASTM D4318	Índice de Plasticidad	NP	NP

Fuente: Elaboración propia.

## Interpretación

Las características de los agregados de acuerdo a la tabla 5, cumplen. Además, la tabla 6 y 7, para el requerimiento de altitud  $\geq 3000$  msnm. lo comprueban, los ensayos para núcleo asfáltico difieren para pavimentos, por ello, se ha obviado varios ensayos solicitados por las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013.

## Cemento Asfáltico

El contenido cemento asfáltico dependerá de la curva granulométrica final de agregados, el peso específico de los agregados, la absorción del asfalto en los agregados y propiedades de ductilidad y flexibilidad requeridas en el CA. El tipo de asfalto propuesto, en base a la clasificación de penetración y a su disponibilidad en Perú, es PEN 120/150

Tabla 9: Reporte de análisis de cemento asfáltico REPSOL.

Tipo		Grado Penetración	
Grado	Ensayo	PEN 120-150	
		min	máx
<b>Pruebas sobre el Material Bituminoso</b>			
Penetración a 25°C, 100 g, 5 s, 0,1 mm	MTC E 304	120	150
Punto de Inflamación, °C	MTC E 312	218	
Ductilidad, 25°C, 5cm/min, cm	MTC E 306	100	
Solubilidad en Tricloro-etileno, %	MTC E 302	99,0	
Índice de Penetración (Susceptibilidad Térmica) <sup>(1)</sup>	MTC E 304	-1	+1
Ensayo de la Mancha (Oliensies) <sup>(2)</sup>			
Solvente Nafta – Estándar	AASHTO M 20	Negativo	
Solvente Nafta – Xileno, %Xileno		Negativo	
Solvente Heptano – Xileno, %Xileno		Negativo	
<b>Pruebas sobre la Película Delgada a 163°C, 3,2 mm, 5 h</b>			
Pérdida de masa, %	ASTM D 1754		1,3
Penetración retenida después del ensayo de película fina, %	MTC E 304	42+	
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm <sup>(3)</sup>	MTC E 306	100	

Fuente: Tabla 415-02 “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG 2013.

## Resultado

Tabla 10: Reporte de análisis de cemento asfáltico REPSOL.

Procedimiento	Referencia del Ensayo	Resultados
Penetración a 25 °C	D 5	138 (1/10 mm)
Ductilidad a 25 °C	D 113	> 105 cm
Gravedad Específica a 15.6 °C	D 70	1.016
Punto de Inflamación	D 92	289 °C
Gravedad API	D 70	7.2
Punto de Ablandamiento	D 36	42.6 °C
Viscosidad cinemática a 100°C	D 445	1663 cst
Viscosidad cinemática a 135 °C	D 2170	233 cst
Pérdida por Calentamiento	D 1754	0.17 %m
Penetración retenida	D 5	66.7 % del original
Ductilidad del residuo a 25°C	D 113	> 105 5 cm
Solubilidad en tricloroetileno	D 2042	99.96 % m
Indice de Penetración	UNE 104-281	-0.5
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo

Fuente: Certificado de calidad REPSOL Lote No. 120/150-001-08-2019

## Interpretación

En base a la clasificación de penetración PEN 120/150 de acuerdo a la tabla 10, cumple para el ensayo de penetración ASTM D5, además, la tabla 10, se comprueba dicho rango y demás ensayos aplicables según MTC y ASTM.

## Estudio Marshall de la Mezcla Asfáltica

De la información obtenida en la tabla 3, se toma para la mezcla asfáltica a los agregados en porcentajes según la tabla 11.

Tabla 11: Proporciones de agregados en el diseño de la mezcla asfáltica.

Agregados	Porcentaje
Grava para asfalto - Calcareo	30%
Gravilla para asfalto - Calcareo	62%
Arena para asfalto - Calcareo	8%

Fuente: Elaboración propia.

Se moldearon 03 briquetas a razón de 0.3% en aumento en las siguientes 6.7%; 7.0%; 7.3%. respectivamente, compactando las muestras a 30 golpes por cara a cada lado según (Wang, W. y Höeg, K., 2002, p.63), además, en (Especificación Técnica Concreto Asfáltico, 2016, p.4) afirma que las muestras deberán curarse a temperatura de compactación para obtener una temperatura consistente de compactación y así formar briquetas compactando las muestras con 30 golpes a cada lado de acuerdo al método Marshall (ASTM D6926) según figura 16.

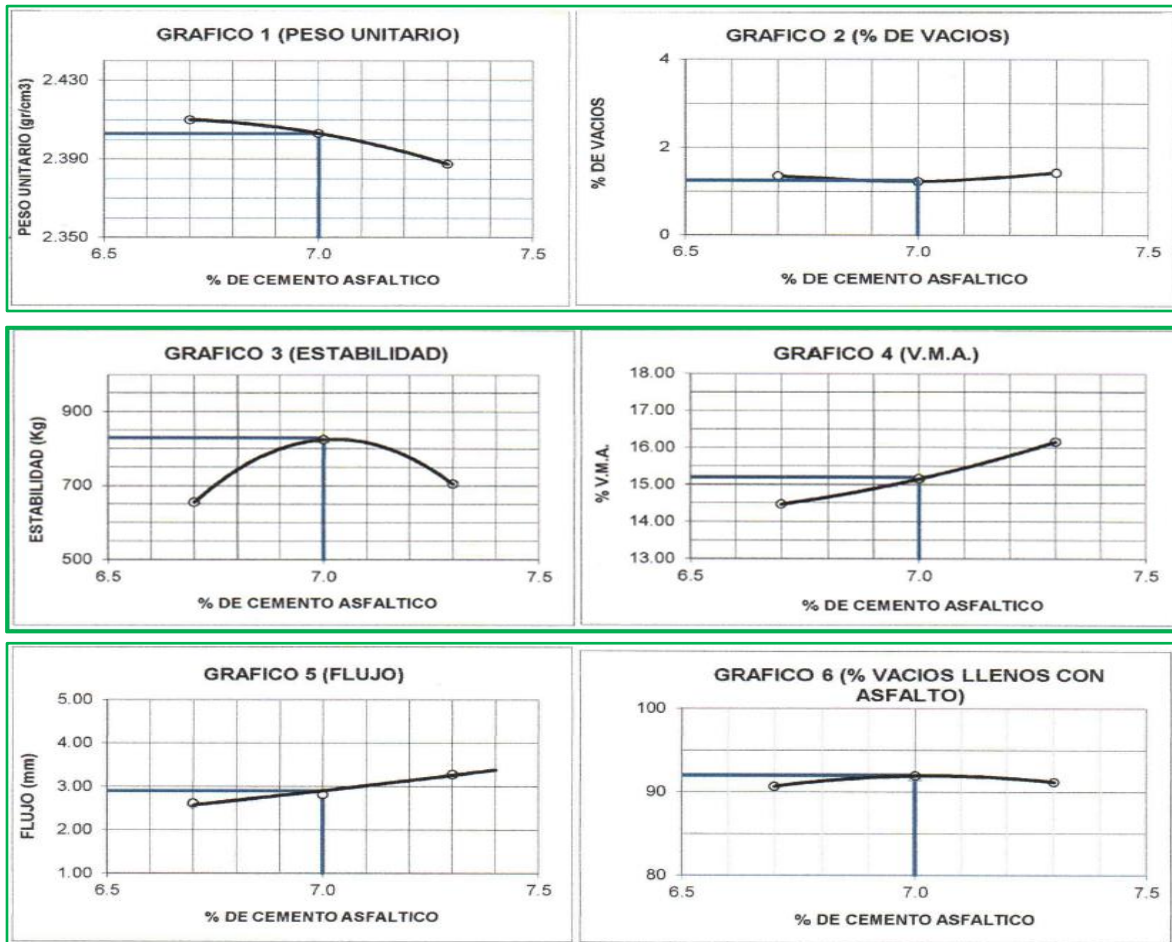


Figura 19: Curvas Marshall, fuente elaboración propia.



Tabla 12: Resultados del ensayo Marshall en el diseño de mezcla asfáltica.

Características del Ensayo Marshall	1	2	3
Cemento asfáltico (%)	6.7	7.0	7.3
Peso específico (gr/cc)	2.41	2.403	2.387
Estabilidad (Kg)	654.1	823.9	704.2
Flujo (mm)	2.6	2.8	3.3
Vacios de aire (%)	1.35	1.23	1.43
Vacios de agregado mineral (%)	14.5	15.2	16.2
Vacios llenos de CA (%)	91	92	91

Fuente: Elaboración propia.

## Resultado

Tabla 13: Resultados del ensayo Marshall optimo en diseño de mezcla asfáltica.

Características del Ensayo Marshall	Optimo
Cemento asfáltico (%)	7.0
Peso específico (gr/cc)	2.403
Estabilidad (Kg)	823.9
Flujo (mm)	2.8
Vacios de aire (%)	1.23
Vacios de agregado mineral (%)	15.2
Vacios llenos de CA (%)	92

Fuente: Elaboración Propia

## Interpretación

De los resultados obtenidos en la tabla 12, el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, es 7 % seleccionado en la tabla 13, representado por la curva N° 2 (% de vacíos vs % cemento asfáltico) de figura 16 cuyo valor es  $1.23\% < 2\%$ , por lo tanto, cumple.

Tabla 14: El diseño de mezcla de acuerdo al porcentaje ponderado de cada material.

Material	Porcentaje
<b>Grava para asfalto - Calcareo</b>	<b>28%</b>
<b>Gravilla para asfalto - Calcareo</b>	<b>58%</b>
<b>Arena para asfalto - Calcareo</b>	<b>7%</b>
<b>Cemento asfáltico</b>	<b>7%</b>

Fuente: Elaboración propia.

## **Interpretación**

De la información obtenida en la tabla 3, se toma para la mezcla asfáltica a los agregados en porcentajes e incluyendo el cemento asfáltico al 7% según la tabla 14.

### **3.4. Descripción del Proceso Constructivo detallado de panel test del núcleo asfáltico**

De la información obtenida en los Panel test de espesores de capa ejecutados por la empresa OHL, los cuales son:

Para 15 cm de capa, según INF-CAL-30/PE313-VIB entre la cota 4118.00 a la 4118.45 msnm y las progresivas 0+809 a la 1+033, 0+795.50 a 1+033.90 y 0+538,50 a 1+033.80.

Para 20 cm de capa, según INF-CAL-60/PE313-VIB entre la cota 4124.331 a la 4124.345 msnm y las progresivas 0+000 a la 0+010 y 0+010 a la 0+020.

#### **Equipos de Ejecución**

Planta de Asfalto SIM AMMANN – Speedybatch 280,

Equipo MTV

Pavimentadora, marca VOGLE, SUPER 1800

Rodillo liso de 10Tn, aprox. Marca HAMM

Calentador eléctrico

Camiones Volquete de 15 m<sup>3</sup>, adaptados para asfalto

Compresora Diesel COMPAIR

Camión Cisterna

Grupo electrógeno

Barredora mecánica KARCHER

Mini cargador CAT

Pavimentadora PAVIJET, MG7

Maquina extractora de nucleos

## Descripción de Proceso Constructivo Detallado

Expuestas las características generales del panel test se presenta a continuación el procedimiento constructivo detallado:

1. Conformación y nivelación del terreno de cimentación-fundación del área panel test de 9.3mx15.0m. Se colocará capa material 2B de espesor 10 cm en área panel test. (figura 20)



Figura 20: Área de Panel Test y fundación-cimentación, fuente propia.

2. Se procede con la colocación al lado derecho con una pavimentadora de una capa de espesor 15 cm o 20 cm de material morrena para capa de 15 cm o 20 cm y de un ancho de 3m. figura 21. El material morrena tamaño máximo 3" se colocará con pavimentadora acarreado con volquetes y compactado con rodillo de 09TN, se registrará 2 puntos de densidades con densímetro nuclear, quedando compactado y perfilado manualmente. Figura22.
3. El siguiente paso es aplicación de mastic sobre la inclinación de 45° que forma el lado interno longitudinal de la morrena que estará en contacto con el concreto asfáltico. figura 21.
4. Se realiza la aplicación de una capa de material 2B calcáreo y un ancho de 4m al lado izquierdo del área de panel test, este tramo de material 2B calcáreo debe estar a 2.30m de separación del material de morrena, con la finalidad de que la pavimentadora transite y se aplique el concreto asfáltico de 2.0m de ancho. Figura 21. El material 2B se coloca con esparcidora y compacta con rodillo 09 TN sin vibrar y posteriormente registrar 2 puntos de densidades con el equipo densímetro nuclear. Figura 20.

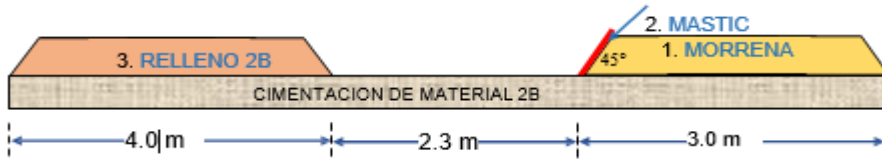


Figura 21: Secuencia de colocación de los materiales de confinamiento.

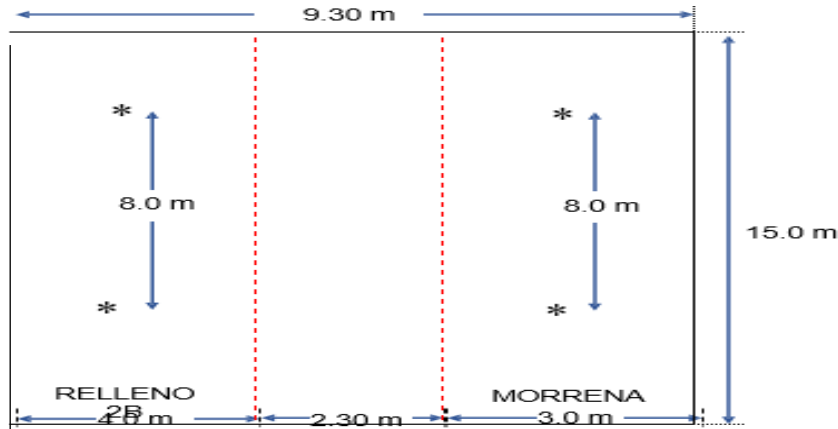


Figura 22: Ubicación de puntos de densidad con equipo densímetro nuclear.

5. Se acopiará material 2B calcáreo sobre el relleno 2B calcáreo a 0.30m del tramo longitudinal de 2.30 m de ancho. figura 23.

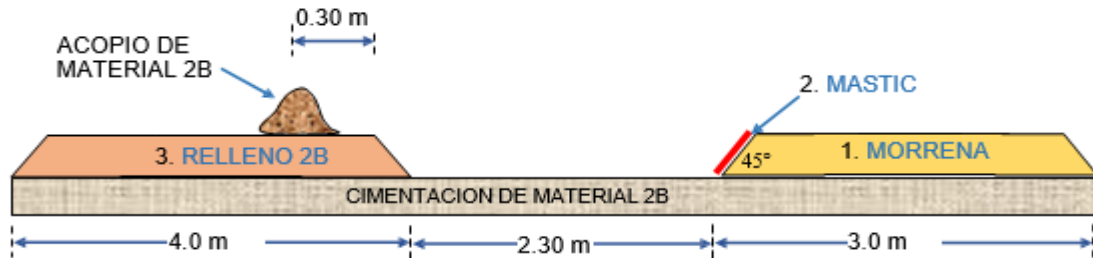


Figura 23: Acopio de material 2B.

6. Se realiza la limpieza con compresora de la superficie del tramo de 2.30m previa la colocación de concreto asfáltico.
7. El equipo MTV se posicionará sobre material 2B, abastecerá a pavimentadora. figura 24.
8. La primera capa de mezcla asfáltica en caliente de 2m de ancho será colocada con pavimentadora, la velocidad de pavimentadora será 1 metro/minuto; sin embargo, la misma podrá ser ajustada en el frente de obra, en función de los resultados finales obtenidos.

9. La capa de mezcla asfáltica será colocada con un espesor 18 cm o 23 cm, estimándose un esponjamiento alrededor de 15% que significará un espesor final de capa compactada de 15 cm o 20 cm como máximo respectivamente

Tabla 15: Características de compactación por Capa

Tipo de rodillo	N° de ciclos	Vibración			
		Ciclo	ida	vuelta	Intensidad
9Tn	5	1	no	no	0
		2	si	si	Baja
		3	si	si	Baja
		4	si	si	Baja
		5	no	no	0

Fuente: Tabla 1 de PO-44/PE313-VIB, pag.12.

10. La temperatura de compactación será no menor a 135°C, de acuerdo a especificaciones técnicas.

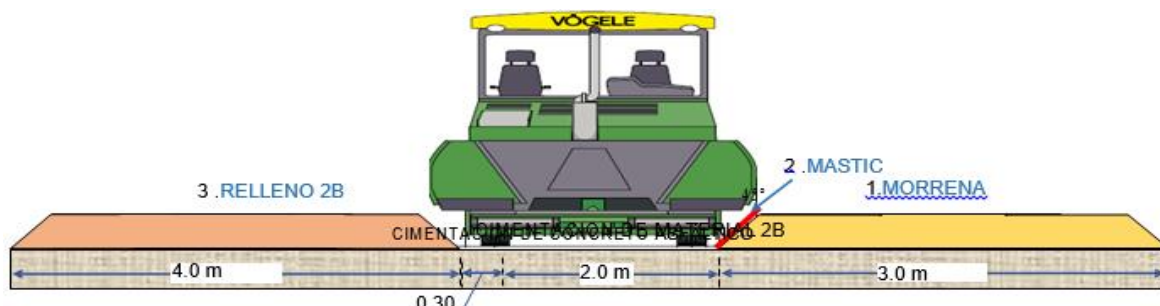


Figura 24: Posicionamiento de pavimentadora en el tramo de 2.30m de ancho.

11. Después de colocado el concreto asfáltico y previo a la compactación, se rellenará la zanja con personal y eventualmente con el apoyo del mini cargador. figura 25.



Figura 25: Relleno de zanja.

12. Se forma un tren de trabajo; detrás del personal que está colocando el material 2B calcáreo en la zanja a una velocidad de 1.5m/min, se empieza la compactación con el rodillo 2 Tn y después empieza la compactación del concreto asfáltico con el rodillo de 9 Tn, manteniendo su distancia y siguiendo los ciclos indicados en la tabla 12.

13. El compactado se realizará con el rodillo tándem de 9 ton aplicando 5 ciclos a velocidad de 4.0 km/h  $\pm$  0.5 km/h. La compactación de las capas se ejecutará de acuerdo a la tabla 15. Se deberán controlar topográficamente los espesores anterior y posteriormente a la compactación.

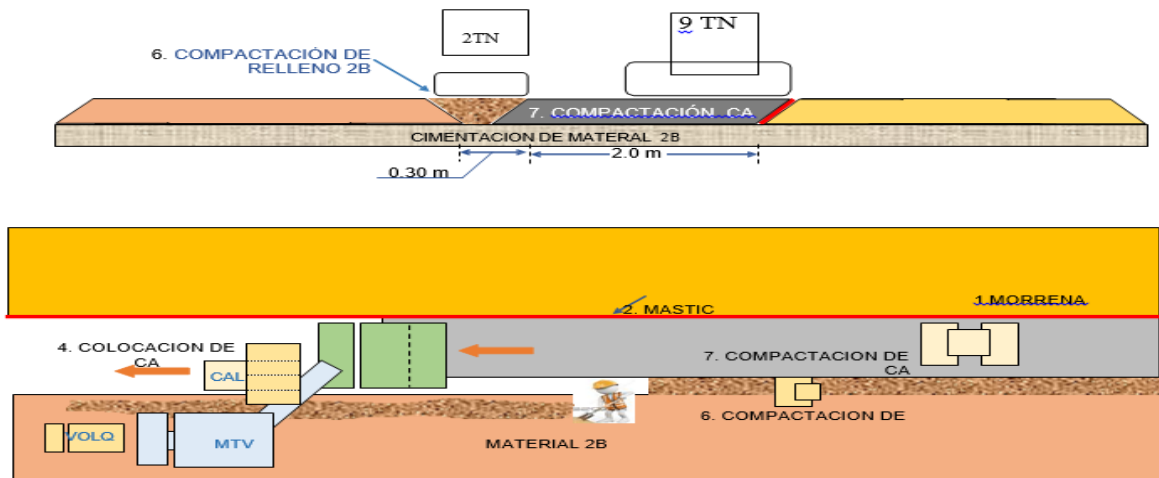


Figura 26: Compactación de zanja con material 2B y compactación de CA.

14. A su vez se procede a extraer los núcleos para realizar los ensayos en laboratorio a las 24 horas de haber sido colocado posterior a su re compactación. figura 27.

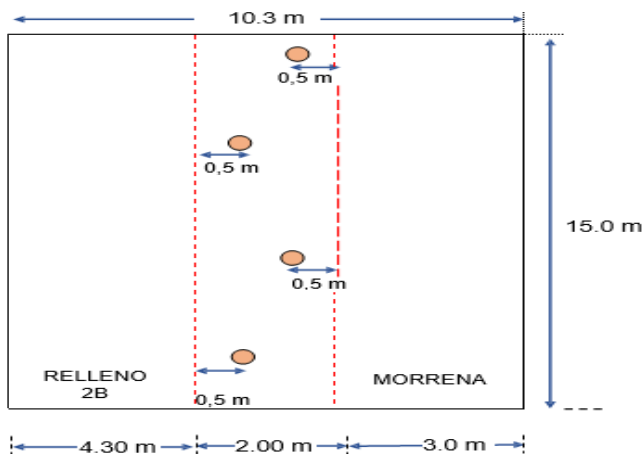


Figura 27: Ubicación de extracción de núcleos en la capa de concreto asfáltico.

15. Se procede a colocar mastic asfáltico horizontal en la longitud del CA que estará en contacto con la morrena, ancho de 15 cm o 20 cm y como paso siguiente es la colocación del material morrena segunda capa, siguiendo el mismo proceso de la capa anterior.

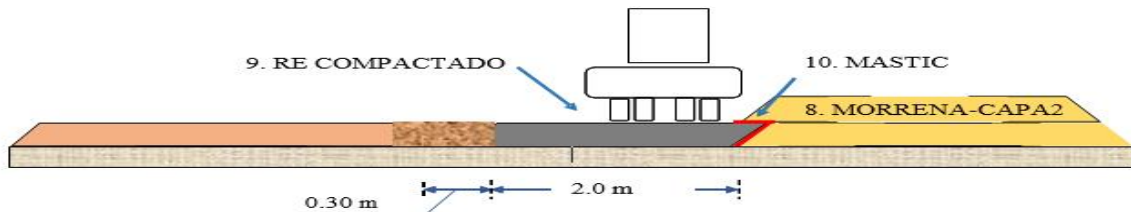


Figura 28: Colocación de morrena segunda capa.

A las 24hr de colocada la primera capa de CA, se realiza la aplicación de la segunda capa de material 2B calcáreo, conservando la distancia de 2.30m desde la Morrena, figura 29.

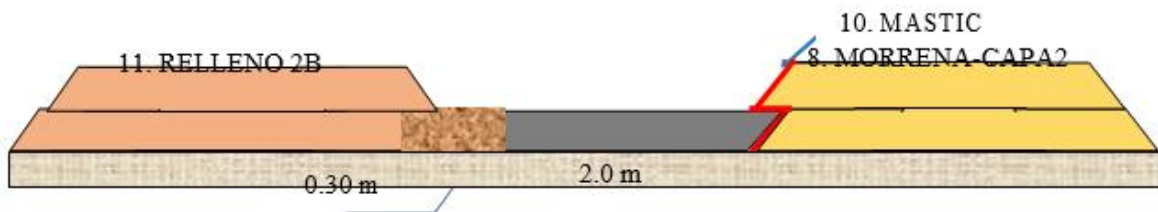


Figura 29: Colocación de material 2B segunda capa y extracción de núcleos en primera capa de concreto asfáltico.

16. Antes de la colocación de la segunda capa de asfalto, se hará una inspección visual de la superficie anterior para verificación de su limpieza; y si fuera necesario se procederá a la limpieza con compresora y/o lavado de superficie asfáltica.
17. Al tercer día, previo a la colocación de la segunda capa de asfalto, se procede a calentar la capa subyacente (primera capa de asfalto). Para la segunda y tercera capa se repiten todos los pasos aplicables desde el punto 3.

### 3.5. Resultados de panel test del núcleo asfáltico para espesores de 15 cm y 20 cm.

En la extracción de los núcleos asfálticos por perforadora diamantina, fueron ensayados en el laboratorio de Asfalto, y el contenido de vacíos cuyos valores se habrán que comprobar de las características respectivas al porcentaje de 3.0% en vacíos de aire según (Institute, 1993,

p.93), además, en (Especificación Técnica Concreto Asfáltico,2016, p.11) menciona que el contenido de vacíos de las muestras obtenidas a través de núcleos deberá ser no mayor a 3%.

### Espesor de capa 15 cm

RESUMEN PANEL TEST - CAPA 03										
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - % QUE PASA										CONTENIDO DE ASFALTO (%)
3/4" 100	1/2" 80-90	3/8" 75-85	Nº4 54-66	Nº8 39-51	Nº16 33-41	Nº30 27-35	Nº50 20-28	Nº100 16-22	Nº200 12-16	
100.0	88.5	76.7	62.3	45.7	35.3	30.3	26.8	21.5	15.8	7.04
100.0	88.0	77.8	61.7	44.9	34.1	28.8	25.0	20.9	15.7	7.2
100.0	88.9	76.1	61.2	45.8	35.4	30.2	26.2	21.5	15.0	7.11
100.0	89.8	79.1	62.5	46.4	35.4	29.8	25.8	21.3	15.7	7.33
100.0	90.2	80.6	64.3	47.9	36.8	31.3	27.3	22.8	17.2	7.41

Fuente: Capa N°3 de INF-CAL-30/PE313-VIB, pag.8.

Tabla 16: Características de compactación por capa.

CAPA N° 3					
DENSIDAD SOBRE MUESTRAS COMPACTADAS - CAMPO					
PROGRESIVA	LADO	COTA	PESO ESPECIFICO BULK PROBETA (G/C.C)	COMPACTACION %	VACIOS (%)
0+538.60	I	4118.46	2.404	99.6	1.9
			2.389	98.9	2.6
PROMEDIO			2.396	99.0	2.3
0+700	E	4118.45	2.389	98.9	2.6
			2.361	98.6	2.9
PROMEDIO			2.375	99.0	2.8
0+850	D	4118.46	2.396	99.2	2.3
			2.389	98.9	2.6
PROMEDIO			2.393	99.0	2.5
1+032	E	4118.46	2.400	99.4	2.2
			2.398	98.3	2.2
PROMEDIO			2.399	98.9	2.2

Fuente: Capa N°3 de INF-CAL-30/PE313-VIB, pag.18.

**Interpretación:** Los porcentajes de vacíos se encuentran entre los valores 2.20 a 2.80 %, según tabla 16, cumple con la Especificación Técnica Concreto Asfáltico,2016, p.11.

### Espesor de capa 20 cm

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - % QUE PASA Y % DE LAVADO ASFÁLTICO										% CA
3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº 8	Nº 16	Nº 30	Nº 50	Nº 100	Nº 200	
100	80 - 92	73 - 85	54 - 66	39 - 51	33 - 41	27 - 35	20 - 28	16 - 22	12 - 16	7.36
100.0	90.1	77.8	56.2	43.2	32.3	26.4	22.5	18.5	13.8	7.36
100.0	91.0	77.3	56.7	44.8	34.9	29.3	25.3	20.9	15.5	7.29

Fuente: Tabla 11 de INF-CAL-60/PE313-VIB, pag.17.



Tabla 17: Resultados de Porcentaje de Vacíos en la junta transversal

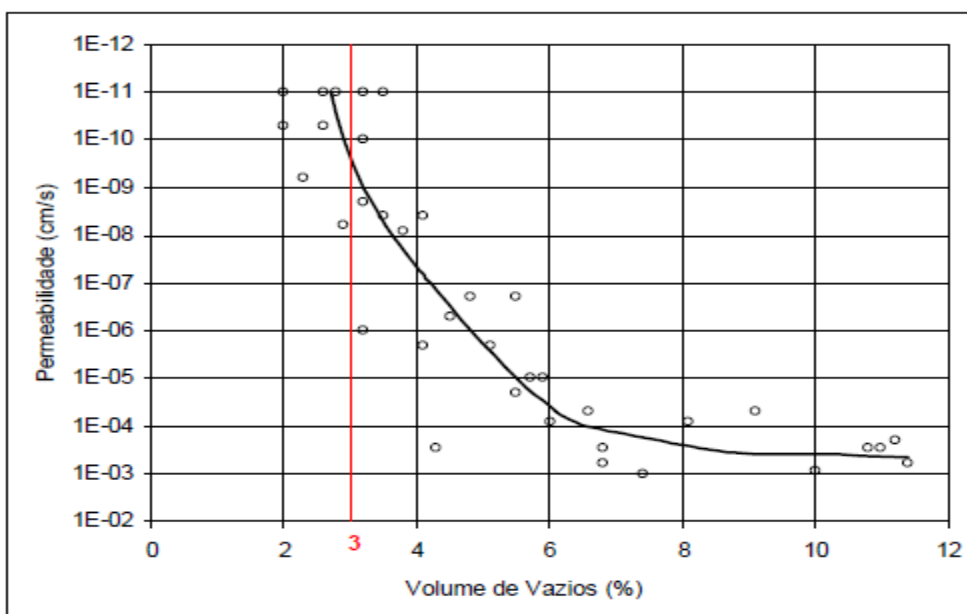
CARRIL	TESTIGO	COORDENADAS			LABORATORIO Rice ASTM D2041	NUCLEOS DIMENSIONADOS			VACIOS DE CAMPO SEGÚN ASTM D2041
		Norte	Este	Cota		Código	Diámetro (cm)	Densidad (gr/cc)	
Nucleo	1N-M-06	8942445.300	279323.868	4124.345	2.442	A	10.40	2.379	2.59
						B	10.40	2.377	2.64
						C	10.40	2.390	2.12
Nucleo	1N-M-07	8942446.400	279324.101	4124.338	2.442	A	10.40	2.401	1.70
						B	10.40	2.390	2.15
						C	10.40	2.348	3.84
Nucleo	1N-M-08	8942448.090	279324.28	4124.331	2.442	A	10.40	2.377	2.68
						B	10.40	2.378	2.62
						C	10.40	2.366	3.12

Fuente: Tabla 10 de INF-CAL-60/PE313-VIB, pag.16.

**Interpretación:**

Se obtuvo en la evaluación de vacíos entre las juntas transversales se evidencia resultados de 02 núcleos de valores de 3.84% y 3.12% con desviaciones mayores a 3%, según tabla 17, los cuales no cumplen con lo indicado en la Especificación Técnica Concreto Asfáltico, 2016, p.11.

Figura 30: Curva Permeabilidad vs Porcentaje de vacíos (Höeg, 1993, p.61), fuente elaboración propia.



#### **IV. DISCUSIÓN**

Un mejor tratamiento de impermeabilización brinda el concreto asfáltico en comparación a la arcilla en el núcleo de las presas de relave brinda ya que, la permeabilidad de la arcilla es no mayor de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s según (Especificación Técnica Rellenos 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0020, 2016, p.14) y la del concreto asfáltico es menor a  $1 \times 10^{-8}$  cm/s según (Especificación Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027, 2016, p.11), dado que, el óptimo de contenido de cemento asfáltico de diseño de mezcla es 7.0%, se obtuvo porcentaje de vacío menor a 3% y el espesor de capa de 15 cm es el idóneo en el proceso de construcción del núcleo. En tanto (Wang y Höeg, 2009) afirman que el porcentaje de cemento asfáltico debe estar entre 5.5% y 6.0 %, y el porcentaje de vacíos menor a 3% es impermeable y con capas de espesores de 20 cm con una mayor número de pasadas de rodillo se logra menos del 3% de vacíos.

El resultado óptimo de contenido de cemento asfáltico del diseño de mezcla es 7.0%, según recomienda (Institute, 1993, p.93), además, el contenido óptimo de asfalto utilizado como porcentaje recomendado es 7.0%, asimismo, la teoría de (Hoeg, 1993 p.60) sustenta que el cemento asfáltico en contenido esta de 5,5 al 6% en peso.

De la investigación el porcentaje de vacíos obtenido es 1,23% siendo menor al 3%, según (Institute, 1993, p.93) indica que el contenido de vacíos con valores que se comprobaran al porcentaje de 3% en vacíos de aire, se logra una permeabilidad menor a  $10^{-8}$ cm/s, según (Höeg, 1993, p.61) en la figura 30, Curva permeabilidad vs Porcentaje de vacíos.

El espesor de capa de 15 cm es viable porque se obtuvo porcentajes de vacíos menores a 3% según tabla 16, y para espesor de capa de 20 cm se obtuvo porcentajes de vacíos mayores a 3% según tabla 17, en tanto, (Wang y Höeg, 2009) indica que la aplicación de sólo dos capas de 20 cm por día (máximo de 40 cm compactado por día) ha sido modificada en los últimos años y se ha logrado una tasa mayor de aplicación del concreto con un volumen de vacíos inferior al 3%.

## **V. CONCLUSIONES**

Se ha determinado que el empleo de concreto asfáltico es viable, ya que, brinda un mejor tratamiento en la impermeabilización del núcleo de la presa de relaves en la Compañía Minera Antamina en comparación con el empleo de arcilla, ya que la arcilla tiene una permeabilidad no mayor de  $1 \times 10^{-6}$  cm/s y el concreto asfáltico tiene una permeabilidad menor a  $1 \times 10^{-8}$  cm/s.

Para el análisis de incidencia del cemento asfáltico, se realizaron diseños de mezclas con cemento asfáltico al 6.7%, 7.0% y 7.3%, se determinó que el porcentaje óptimo de cemento asfáltico es de 7% para el diseño de mezcla de concreto asfáltico.

Validando la hipótesis, se calculó el porcentaje de vacíos y se determinó que un porcentaje de vacíos de 1.23% se logra una permeabilidad menor de  $10^{-12}$  cm / mientras que con un porcentaje de vacíos de 3% se obtiene una permeabilidad de  $10^{-11}$  cm/s de acuerdo a la figura 30: Curva Permeabilidad vs Porcentaje de vacíos (Höeg, 1993, p.61).

Para espesores de capas de 15 cm y 20 cm, la capa de menor espesor ( $e=15$  cm), permite una mejor compactación y cumple con el porcentaje de vacíos menor a 3%. Debido a que con un espesor de capa ( $e=15$  cm), la relación de vacíos máximo se encuentra a un valor de 2.80 %, según tabla 16 y se obtiene una permeabilidad de  $10^{-10}$  cm/s de acuerdo a la figura 30: Curva Permeabilidad vs Porcentaje de vacíos (Höeg, 1993, p.61).

## **VI. RECOMENDACIONES**

La presente investigación recomienda a las empresas mineras y constructoras dedicadas al rubro de ingeniería, evalúen materiales intermedios en la construcción de presas con núcleos impermeables con concreto asfáltico, así como también realización de ensayos granulométricos y desgaste (abrasión).

Se recomienda a las empresas mineras y constructoras dedicadas al rubro de ingeniería, tener en cuenta que el porcentaje de cemento asfáltico de 7% fue evaluado a una cota de 4120 msnm, para ello, se propone evaluar diferentes mezclas de porcentajes de cemento asfáltico, ya que, su comportamiento variara en diferentes cotas y climas del Perú.

Se sugiere a la empresa constructora OHL que debe realizar diseños de mezclas asfálticas con porcentajes de vacíos mayores al 2.8%, así como también, cumplir con el porcentaje de vacíos menor a 3%, así mismo, evaluar la permeabilidad de los porcentajes de vacíos entre 2.8% y 3%.

Se recomienda a las empresas constructoras dedicadas al rubro de ingeniería, que deben realizar paneles de prueba con espesores mayores a 20 cm y desarrollar procedimientos de colocación teniendo en cuenta que el concreto asfáltico no debe perder temperatura en exceso, porque durante el transporte para su colocación la mezcla puede perder sus propiedades y trabajabilidad.

## **REFERENCIAS**



ABAUWAD, Ibrahim. Mechanical and Energy Surface Characterization of Asphalt Concrete for the Detection of Damage by Moisture. Thesis (Doctor of Philosophy in Civil Engineering). Illinois: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2016.  
Available in <http://hdl.handle.net/2142/90813>

ABUGATTÁS, Mauricio. Determinación de Carga y Diseño Básico de Equipos Principales de una Planta Industrial para la Oxidación de Asfaltos en Refinería Conchán Tesis (Ingeniero Químico). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2010.  
Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/8709>

ALIAGA, Antón y URBINA, Luis. Análisis de licuación dinámica de una presa de relaves recrecida aguas arriba. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad de Ciencias Aplicadas, 2015.  
Disponible en <https://docplayer.es/50833070-Analisis-de-licuacion-dinamica-de-una-presa-de-relaves-recrecida-aguas-arriba.html>

ASPHALT Institute, MS-2 Asphalt Mix Design Methods. [en línea]. Seventh Edition. USA: Asphalt Institute (AI/ASPHALT), 2014. [Date of consultation: June 01, 2019  
Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Yasir\\_Jebur/post/what\\_are\\_the\\_limits\\_of\\_thicknesses\\_of\\_asphalt\\_wearing\\_or\\_surface\\_binder\\_layer\\_base\\_materials\\_asphalt\\_base\\_and\\_the\\_full\\_depth\\_asphalt\\_layer/attachment/5c13e9eccfe4a76455091d0d/AS%3A703793855483904%401544808939808/download/Asphalt-Institute-MS2-7th-Edition-Asphalt-Institute-Mix-Design.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yasir_Jebur/post/what_are_the_limits_of_thicknesses_of_asphalt_wearing_or_surface_binder_layer_base_materials_asphalt_base_and_the_full_depth_asphalt_layer/attachment/5c13e9eccfe4a76455091d0d/AS%3A703793855483904%401544808939808/download/Asphalt-Institute-MS2-7th-Edition-Asphalt-Institute-Mix-Design.pdf)  
ISBN: 978-1-934154-70-0

BALLENA, Chrystian. Utilización de Fibras Polietileno de Botellas de Plástico para su Aplicación en el Diseño de Mezclas Asfálticas Ecológicas en Frio. Tesis (Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipan, 2016.  
Disponible en <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2256/1/TESIS%20->

BERNAL, César Metodología de la Investigación [en línea] Colombia: Pearson Educación, 2010. [fecha de consulta: 07 de junio de 2019].

Disponible

en:[https://www.academia.edu/25497606/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n](https://www.academia.edu/25497606/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n)  
ISBN: 9706860614

CABRAL, Renato. Barragens com núcleo de concreto asfáltico - análise do comportamento mecânico do núcleo. Tese (Doutorado em Geotecnia). Brasília: Universidade de Brasília, 2012. Disponible en <http://repositorio.unb.br/handle/10482/11834>

CABRERA, Ruth. Análisis del Sistema de Monitoreo para el Control de Estabilidad de la Presa de relaves, U.M. Yauricocha. Tesis (Ingeniero de Minas). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.

Disponible en [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2604/T16\\_71619918\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2604/T16_71619918_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DAS, Braja Fundamentos de ingeniería geotécnica [en línea] México: International Thomson Editores S.A. de C.V., 2001. [fecha de consulta: 01 de junio de 2019].

Disponible en: <https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>

ISBN: 9706860614

DELBONO, H, et al. Estudio de Grillas Poliméricas como Sistemas Antirreflejo de Fisuras bajo Solicitaciones Dinámicas. (Tesis Doctoral). Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional, 379 pp.

Disponible en: <http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2014/12/parte-A.pdf>

ISBN: 978-987-1896-38-7.

DÍEZ-CASCÓN, Joaquín, Ingeniería de Presa. Presas de Fábrica [en línea]. España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria, 2001. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=128457>

ISBN: 84-8102-292-6

MARSAL y Resendiz, Presas de Tierra y Enrocamiento [en línea]. Naucalpan: Victoria Litográfica S. A, 1975. [Fecha de consulta: 30 de noviembre de 2019].

Disponible en: <https://www.worldcat.org/title/presas-de-tierra-y-enrocamiento/oclc/3152945>

EVALUATION and optimization of bridge deck waterproof bonding system using multi-objective grey target decision method por Yanjun Qiu [et al]. Road Materials and Pavement Design [online]. January 2019. [Date of consultation: May 28, 2019].

Available in <https://doi.org/10.1080/14680629.2019.1568288>

ISSN: 1468-0629

ESPECIFICACIÓN Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0020”, 2015. Compañía Minera Antamina S.A. [fecha de consulta: 27 de setiembre de 2019].

ESPECIFICACIÓN Técnica Concreto Asfáltico 13426-MTE1814-104-ESP-430-C-0027”, 2016. Compañía Minera Antamina S.A. [fecha de consulta: 22 de setiembre de 2019].

EXPERIMENTAL study of a new modified waterproof asphalt concrete and its performance on bridge deck por Changfa Ai [et al]. Road Materials and Pavement Design [online]. May 2017. [Date of consultation: May 27, 2019].

Available in <http://dx.doi.org/10.1080/14680629.2017.1329881>

ISSN: 1468-0629

FARZANEH, Azadeh. Routing the Performance of Asphalt Pavements. Thesis (Master of science). Maryland: University of Maryland, 2016.

Available in [https://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/18643/Farzaneh\\_umd\\_0117N\\_17260.pdf?sequence=1](https://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/18643/Farzaneh_umd_0117N_17260.pdf?sequence=1)

FLORES, Cristian y VÁSQUEZ, Mario. 2017. Relación de las Propiedades Marshall de Estabilidad y Flujo de una Mezcla Asfáltica en Caliente, durante su colocación y posterior a la misma. Tesis (Magíster en Vialidad y Transportes). Cuenca: Universidad de Cuenca, 2017.

Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28039/2/Tesis.pdf>

GARCIA, Gabriel. Análisis Sísmico de Presas de Tierra y Enrocamiento. Tesis (Maestro en Ingeniería). Ciudad de México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11339/Tesis.pdf?sequence=1>

GOMEZ, Marte R. 1946. Presas de tierra y enrocamiento. 1946.

GUERRERO, Cristian, CRUZ, Lucio. Estudio experimental de clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas en el suroccidente colombiano con el método SUCS, el AASHTO y un nuevo método de clasificación de suelos Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Julio-diciembre 2018, vol.36 n.º 2. [fecha de consulta: 02 de junio de 2019].

Disponible en <http://dx.doi.org/10.14482/inde.36.2.10377>

ISSN 2145-9371

HARDIN, Jhon and MASAD, E. Pavement Design and Materials [en línea]. Fredericksburg: ASTM Especial Technical Publication Code Number (PCN):04-012410-08, 1995. [Date of consultation: June 02, 2019].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=a2K1GReFqMgC&pg=PA214&dq=Asphalt+Cement&hl=es>

<https://books.google.com.pe/books?id=a2K1GReFqMgC&pg=PA214&dq=Asphalt+Cement&hl=es>  
[419&sa=X&ved=0ahUKEwiiqqmwlNXiAhXipVkKHSrsBJcQ6AEIKDAA#v=onepage&q=Asphalt%20Cement&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=a2K1GReFqMgC&pg=PA214&dq=Asphalt+Cement&hl=es)

ISBN: 0-8031-1988-7

WANG, W. and HÖEG, K. Effects of compactation method on the properties of asphalt concrete for hydraulic structures, 1st International Symposium on Rockfill Dams, 2002.

Disponible en <https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/%28ASCE%29GT.1943-5606.0000449>

WANG, W. and HÖEG, K. The Asphalt Core Embankment Dam - A Very Competitive Alternative, Chengdu: China, 1st International Symposium on Rockfill Dams, 2009.

Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/a612/93bdbfa1ffdc580819be54ce8982f9c85c7.pdf>

HOEG, Kaare , Asphaltic Concrete Cores for Embankment Dams, Billingstad: Norwegian Geotechnical Institute, 1993. ISBN 82-546-0163-1

Disponible en <http://resolver.tudelft.nl/uuid:4193e0b8-f433-4f87-bf16-94d9ff17e793>

HEAD. Geotechnical engineering of dams. 1985. pág. 282.

HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la Investigación. Sexta. México D.F.: Mc Graw Hill, 2014. pág. 600. ISBN 978-1-4562-2396-0.

Disponible en <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

INTERNATIONAL Commission on Large Dams - ICOLD. 1992. Bituminous cores for fill dams: State of the art. Bulletin 84 - Paris: ICOLD 91p. Paris: ICOLD, 1992.

INTERNATIONAL Journal of Environmental Science [online]. Petrosani: University of Petrosani, 2017 [date of consultation: May 26, 2019].

Available in [https://www.researchgate.net/publication/320595977\\_Greening\\_solutions\\_of\\_Gura\\_Rosiei\\_Tailing\\_Dam](https://www.researchgate.net/publication/320595977_Greening_solutions_of_Gura_Rosiei_Tailing_Dam)  
ISSN: 2367-8941

KIM, Richard. Asphalt Pavements [en línea] Volumen 1. London: Taylor & Francis Group, 2014. [Date of consultation: June 03, 2019].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=pZhBBAAAQBAJ&pg=PA1311&lpg=PA1311&dq=isbn+asphalt+linked+to+3%25+of+voids.&source=bl&ots=foy8wW9U->

2&sig=ACfU3U1rHgRG0g-GJEYqaN9Co3KbECwHww&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwj-nv2ejNjiAhUpwlkKHY6gA18Q6AEwAnoECAgQAQ#v=onepage&q&f=false  
ISBN 978-1-138-02693-3

KOVACEVIC. M, JURIC-KACUNIC, D and LIBRIC, L. Compararison of Unified and European Soil Classification Systems. Geotechnical and Geophysical Site Characterisation 5 [en línea]. Volume 1. Zagreb: University of Zagreb, 2016. [Date of consultation: June 03, 2019].  
Disponible en [http://research.engr.oregonstate.edu/usucger/Books/ISC5\\_Proceedings-Vol%201\\_20170209-ISBN-978-0-9946261-1-0-Australia.pdf](http://research.engr.oregonstate.edu/usucger/Books/ISC5_Proceedings-Vol%201_20170209-ISBN-978-0-9946261-1-0-Australia.pdf)  
ISBN 978-0-9946261-1-0

LA revista de los Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos [en línea]. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2015 [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019].  
Disponible en [https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2018/01/ROP\\_3577\\_Jun\\_2016\\_Stavanger.pdf](https://www.spancold.org/wp-content/uploads/2018/01/ROP_3577_Jun_2016_Stavanger.pdf)  
ISSN: 1695-4408

LEONARDO, Luis. Permeabilidad del concreto asfáltico: influencia de la granulometría y el contenido de cemento asfáltico. Tesis (Ingeniero Civil). México D.F.: Universidad Autónoma de México, 2016.

Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10066/tesis..pdf?sequence=1>

LIMÓN, Jorge. Estudio sobre Tecnologías Aplicadas a las Mezclas de Concreto Hidráulico para Reducir su Permeabilidad al Agua e Incrementar su Durabilidad. Tesis (Maestro en Ingeniería). Ciudad de México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/11335/tesis.pdf?sequence=1>

MAHMOOD, Khaled [et al]. Particle Size Analysis by Image Processing Technique [en línea]. 1st Bangladesh Civil Engineering Summit. Dhaka: BUET-ANWAR ISPAT 1st Bangladesh Civil Engineering Summit, 2016. [Date of consultation: June 04, 2019].

Disponibile en:

[https://www.researchgate.net/publication/313604059\\_Particle\\_Size\\_Analysis\\_by\\_Image\\_Processing\\_Technique](https://www.researchgate.net/publication/313604059_Particle_Size_Analysis_by_Image_Processing_Technique)

ISBN: 978-984-34-1512-7

MENESES, Jessica y PÁEZ, Diego. Mezcla Asfáltica Permeable como parte de la Estructura de Pavimento a Partir del Uso y Modificación de una Mezcla Drenante Aplicado a Vías Rurales. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2017.

Disponibile en

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5374/1/TESIS%20DIEGO%20ALBERTO%20PAEZ%20BOCANEGRA.pdf>

NEGA, Ainalem. Development and Validation of the Characterization Method Using Finite Elements Numerical Modeling and Advanced Laboratory Methods for Asphalt Mixtures of Western Australia. Thesis (Doctor of Philosophy in Civil Engineering). Perth: Curtin University, 2015.

Available in

[https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/2225/240095\\_Nega%202016%201%20year.pdf?sequence=2&isAllowed=n](https://espace.curtin.edu.au/bitstream/handle/20.500.11937/2225/240095_Nega%202016%201%20year.pdf?sequence=2&isAllowed=n)

NICKLESS, Kyle. Mechanical and Energy Surface Characterization of Asphalt Concrete for the Detection of Damage by Moisture. Thesis (Master of Science). Colorado: Colorado State University, 2017.

Available in

[https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/181367/Nickless\\_colostate\\_0053N\\_14094.pdf?sequence=1](https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/181367/Nickless_colostate_0053N_14094.pdf?sequence=1)

ÑAUPAS, Humberto. Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. Cuarta. Bogotá: Ediciones de la U, 2013. 538 pp. ISBN 978-958-762-188-4.  
Disponible en <https://docplayer.es/62824556-Metodologia-de-la-investigacion.html>

ORDOÑEZ, Juan. Cartilla Técnica: Aguas Subterráneas-Acuíferos [en línea]. Lima: Sociedad Geográfica de Lima, 2011. [fecha de consulta: 04 de junio de 2019]. Disponible en: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp\\_sam\\_files/publicaciones/varios/aguas\\_subterraneeas.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp_sam_files/publicaciones/varios/aguas_subterraneeas.pdf)  
ISBN: 978-9972-602-78-8

OPAZO Héctor. Ética en investigación: desde los códigos de conducta hacia la formación del sentido ético, Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación Volumen 9:2011. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2019].Disponible en: [www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol9num2/art04.pdf](http://www.rinace.net/reice/numeros/arts/vol9num2/art04.pdf)  
ISSN: 1696-4713

ORELLANA, Susana. Análisis del Comportamiento y Beneficios de las Mezclas Asfálticas Tibias. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2016.  
Disponible en [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5479/1/orellana\\_ps.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5479/1/orellana_ps.pdf)

PALMA, Khaterine. La Construcción de Presas de Concreto para Relaves Mineros en Proyecto Conga, Un Medio para lograr Desarrollo Sostenible. Tesis (Ingeniero de Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2016.  
Disponible en <https://es.scribd.com/document/343948310/ESTUDIO-PREVIO-PARA-EL-MEJORAMIENTO-DEL-DISENO-DE-PRESAS-DE-RELAVE-EN-CONGA>

PAPAGIANNAKIS, A and MASAD, E. Physical Properties of Asphalt Cement Binders [en línea]. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2008. [Date of consultation: June 05, 2019].  
Disponible en: <https://www.google.com/search?q=Pavement+Design+and+Materials&oq=Pavement+Design+and+Materials&aqs=chrome.69i57j69i60l3.1916j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>



ISBN: 13: 978-0-471--21461-8

PRIYADARSINI, Padmini. Investigation and Improvement in Reliability of Asphalt Concrete Fatigue Modeling using Fine Aggregate Matrix Phase. Thesis (Doctor of Philosophy). Arizona: Arizona State University, 2016.

Available in  
[https://repository.asu.edu/attachments/166177/content/Gudipudi\\_asu\\_0010E\\_15668.pdf](https://repository.asu.edu/attachments/166177/content/Gudipudi_asu_0010E_15668.pdf)

ROJAS, Diana. Caracterización de Concretos Asfálticos y sus Agregados con la Aplicación de Técnicas de Análisis de Imagen. Tesis (Magíster en Ingeniería - Geotecnia). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2017.

Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/59407/1/Tesis.pdf>

RICCI, Luis. Evaluación De La Adherencia entre capas Asfálticas con Intercapa de Geosintético. Tesis (Maestría en Ingeniería del Transporte). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires, 2011.

Disponible en <https://lemac.frlp.utn.edu.ar/wp-content/uploads/2012/08/Tesis-Posgrado-LuisRicci.pdf>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de operacionalización de la variable y Matriz de consistencia

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE: CONCRETO ASFALTICO

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Concreto Asfáltico	Segun Asphaltic concrete core for embankment dams (1993) define a “concreto asfáltico de núcleos” como los rangos bastante amplios, como la adaptación determinados a requisitos para el diseño de una presa, así como, Las cualidades del concreto asfáltico. Siendo este un aspecto de importancia y ventaja en el uso bituminoso de núcleos para embalses. Las propiedades específicas del núcleo como son los costos adicionales de conseguir, como adicionar el contenido de betún, deben contrastarse en relación a los beneficios en términos de fiabilidad y seguridad.	Se considera para el núcleo de concreto asfáltico, un óptimo porcentaje de cemento asfáltico de modo que el diseño mezclas fluctúa entre los valores de 6.5% a 7.5 % de acuerdo al peso total, y compactación, además, la medida se debe al núcleo de concreto asfáltico porcentaje de vacíos y al espesor de capa respectivo.	Cemento asfáltico   Vacíos  Espesor de capa	Porcentaje de 6.7% en mezcla para diseño de cemento asfáltico.  Porcentaje de 7% en mezcla para diseño de cemento asfáltico.  Porcentaje de 7.3% en mezcla para diseño de cemento asfáltico.  % en vacíos  Capa de 0.15m.  Capa de 0.20m.

Fuente: Elaboración Propia

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE: IMPERMEABILIZACIÓN

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Impermeabilización	Según Geotechnical Engineering of dams (1985) define a la Impermeabilización como “permeabilidad”, o designado como “Conductividad hidráulica” o “coeficiente de Permeabilidad” para fundación de terraplén o dique, siendo una propiedad no terrestre, pero satisface a cierta cantidad de sectores, que hacen referencia a “presa y específica a los núcleos de que resultan en una dimensión estructural debido a su propia carga y las fuerzas actúan en sí mismo.	En las presas de relaves, la impermeabilización de núcleos es considerado en los elementos de permeabilidad, como medida de la conductividad hidráulica, mientras que la granulometría se estima por medio de la granulometría, además, de la clasificación SUCS, que se mide mediante el límite de Atterberg, así mismo la granulometría.	Permeabilidad  Granulometría  Clasificación SUCS	Coficiente de conductividad hidráulica  Uso granulométrico  Granulometría  Límites de atterberg

Fuente: Elaboración Propia

**Matriz de Consistencia**

**TITULO:** "EVALUACIÓN FUNCIONAL DEL CONCRETO ASFÁLTICO PARA TRATAMIENTO DE IMPERMEABILIZACIÓN DEL NÚCLEO DE PRESA DE RELAVES COMPANHIA MINERA ANTAMINA S.A. ANCASH – 2019"  
**AUTOR:** NAVARRO ARELLANO LOURDES MERY

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE DEPENDIENTE: CONCRETO ASFÁLTICO		TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<b>PROBLEMA GENERAL:</b> ¿Cómo determinar la evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presas de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?	<b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar de qué manera la evaluación funcional del concreto asfáltico dará tratamiento la impermeabilización del núcleo de presas de relaves Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.	<b>HIPÓTESIS GENERAL:</b> La utilización del concreto asfáltico dará tratamiento funcional a la impermeabilización del núcleo de la presa de relaves de La Compañía Minera Antamina	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
			Cemento asfáltico	Porcentaje de 6,7% en mezcla para diseño de cemento asfáltico.  Porcentaje de 7% en mezcla para diseño de cemento asfáltico.	ASTM D 5821 ASTM D 6927 ASTM D 2726
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿Cuál es la ocurrencia del cemento asfáltico en la evaluación funcional del concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presas de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Determinar de qué manera el cemento asfáltico dará tratamiento funcional al concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presas de relaves de La Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.  Determinar de qué manera el porcentaje de vacíos dará tratamiento funcional al concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presas de relaves de la Compañía Minera Antamina en Ancash 2019.	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</b> El cemento asfáltico incurre en la evaluación funcional del concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presas de relaves de La Compañía Minera Antamina.  El porcentaje de vacíos influye en la evaluación funcional del concreto asfáltico en la impermeabilización del núcleo de presas de relaves de La Compañía Minera Antamina.	Vacios	Porcentaje en vacíos	ASTM D3202
			Esesor de capas	Capa de 0.15 m  Capa de 0.20 m	Panel de prueba
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</b> ¿En qué forma influye el porcentaje de vacíos en la evaluación funcional del concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo de presas de relaves de la Compañía Minera Antamina S.A. en Ancash 2019?			<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
			Permeabilidad	Coefficiente de conductividad hidráulica	Ensayo de permeabilidad Norma ASTM D 5084-3
			Granulometría	Uso granulométrico	Ensayo granulométrico Arcilla: ASTM-J-6913 Concreto: ASTM C 136
			Clasificación SUCS	Granulometría  Límites de atterberg	Norma ASTM D 2487

## **Anexo 2: Instrumentos**

## Instrumentos

Datos generales : Navarro Arellano Lourdes Mery

Instrucción : Luego de analizar y cortejar el instrumento de investigación

“FORMATOS PARA ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL NUCLEO ASFALTICO” con la matriz de consistencia de la presente investigación, por lo cual se le solicita en base a su criterio, conocimiento y experiencia profesional, validez de dicho instrumento para su aplicación.

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM C 136		Doc. ID:								
		Revisión:								
		Fecha Emision:								
Nombre del Proyecto :										
Universidad :										
Cliente :										
Proyecto :										
Tipo de Material :		N° Muestra :								
Fecha Muestreo :		Fecha Ensayo :								
Muestreado por :		Ubicac. Muestreo :								
Ensayado por :		Procedencia :								
Coordenadas :		N	E							
		Cota :								
Tipo de Material :		N° Muestra :								
Fecha Muestreo :		Fecha Ensayo :								
Muestreado por :		Ubicac. Muestreo :								
Ensayado por :		Procedencia :								
Coordenadas :		N	E							
		Cota :								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PASA? (X=N0)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
8"	203,200							PESO TOTAL	=	gr
6"	152,400							PESO FRACCION	=	gr
4"	101,600									
3"	76,200									
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100							LIMITE LIQUIDO	=	%
1"	25,400							LIMITE PLASTICO	=	%
3/4"	19,100							INDICE PLASTICO	=	%
1/2"	12,700									
3/8"	9,520							CLASF. AASHTO	=	
# 4	4,760							CLASF. SUCCS	=	
# 8	2,360							Descripcion del Suelo	Grava limosa con arena	
# 16	1,190								S/Correc.	Correg.
# 30	0,600									
# 40	0,420									
# 100	0,149							MAX. DENS. SECA		gr/cc
# 200	0,074					15	45,0	HUMEDAD OPT.		%
< # 200	FONDO									

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID: _____																																
		Revisión: _____																																
		Fecha Emisión: _____																																
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____																																		
<b>Universidad :</b>	_____																																	
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto :</b> _____																																
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____																																
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____																																
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____																																
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____																																
<b>Coordenadas :</b>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">N</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">E</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">Cota</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> </table>	N		E		Cota																												
N		E		Cota																														
Temperatura de Secado      60 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> 110 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		
Observaciones : _____																																		
_____																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

<b>ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>		Doc. ID:
		Revisión:
		Fecha Emisión:
Nombre del Proyecto :		
Universidad :		
Cliente :	Proyecto	
Tipo de Material :	N° Muestra :	
Fecha Muestreo :	Fecha Ensayo :	
Muestreado por :	Ubicación Muestreo :	
Ensayado por :	Procedencia :	
Coordenadas :	N	E
		Cota
Temperatura de Secado 60 °C <input type="checkbox"/> 110 °C <input type="checkbox"/>		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		
N° TARRO		
TARRO + SUELO HUMEDO		
TARRO + SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		
N° DE GOLPES		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		
N° TARRO		
TARRO + SUELO HUMEDO		
TARRO + SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		
<b>% DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>		
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		<b>CRITERIO ACEPTACION</b>
LIMITE LIQUIDO		CUMPLE
LIMITE PLASTICO		NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD		NO APLICA
<b>OBSERVACIONES</b>		



**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID: _____	Revisión: _____
		Fecha Emisión: _____	
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____			
<b>Universidad :</b> _____		<b>Proyecto :</b> _____	
<b>Cliente :</b> _____			
<b>Tipo de Material :</b> _____		<b>N° Muestra :</b> _____	
<b>Fecha Muestreo :</b> _____		<b>Fecha Ensayo :</b> _____	
<b>Muestreado por :</b> _____		<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____	
<b>Ensayado por :</b> _____		<b>Procedencia :</b> _____	
<b>Coordenadas :</b>		N	E
		Cota	
Temperatura de Secado      60 °C <input type="checkbox"/> 110 °C <input type="checkbox"/>			
N° de Prueba			
N° Tara			
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A		
Tara + Suelo Seco (gr)	B		
Tara (gr)	C		
Agua (gr)	D, A-B		
Suelo Seco (gr)	E, B-C		
<b>Cont. de Humeda (%)</b>	<b>(D/E)*100</b>		
Observaciones : _____			
_____			
_____			
N° de Prueba			
N° Tara			
Tara + Suelo Húmedo (gr)	A		
Tara + Suelo Seco (gr)	B		
Tara (gr)	C		
Agua (gr)	D, A-B		
Suelo Seco (gr)	E, B-C		
<b>Cont. de Humeda (%)</b>	<b>(D/E)*100</b>		

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
Norma (ASTM C127 / ASTM C128)

AGREGADO GRUESO (> 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso material saturado, superficialmente seco (en agua)	gr.				
C	Volumen de masa + Volumen de vacios = A - B	gr.				
D	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
E	Volumen de masa = C - (A - D)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = D/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = D/E		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - D)/D)*100		%				
AGREGADO FINO (< 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso Frasco + Agua	gr.				
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.				
D	Peso del Material + Agua en el frasco	gr.				
E	Volumen de masa + Volumen de Vacio = C - D	gr.				
F	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
G	Volumen de masa = E - (A - F)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = F/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = F/G		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - F)/F)*100		%				

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

LABORATORIO DE ASFALTO  
 ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
 (ASTM D 4791)

Rev.:

A.- PARTICULAS CHATAS Y LARGAS:							
Tamaño Máximo Nominal		Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	Peso Requerido (C)	Peso gr. (D)	(% (E)= D/C*100	% corregido (F) = E*B/100
Tamiz ASTM	Abertura (mm)						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350						
TOTAL							
% Particulas Chatas y alargadas =							

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

**RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEANDO  
EL APARATO MARSHALL  
(ASTM D 6926)**

Material	%	Fecha de Producción :										
A Agregado Grueso	37.4	Coordenadas:										
B Agregado Fino	62.6	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ										
Mezcla Física	100.0	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100	Nº200	
% QUE PASA												
ESPECIFICACIÓN												
Nº	Numero de Probeta					N	1	2	3		Promedio	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					%						
2	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla					%						
3	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla					%						
4	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico					gr/cc.						
5	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada					gr/cc.						
6	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada					gr/cc.						
7	Peso Especifico Bulk de la Arena					gr/cc.						
8	Peso Especifico Aparente de la Arena					gr/cc.						
9	Peso de la Probeta en el Aire					gr.						
10	Peso de la Probeta en el Agua					gr.						
11	Peso de la Probeta Saturada					gr.						
12	Volumen de la Probeta					c.c.						
13	Peso Especifico Bulk de la Probeta					gr/cc.						
14	Peso Especifico Maximo (RICE)					gr/cc.						
15	Máxima Densidad Teórica					gr/cc.						
16	% de Vacios					%						
17	Peso Especifico Bulk del Agregado Total					gr/cc.						
18	Peso Especifico Aparente del Agregado Total					gr/cc.						
19	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total					gr/cc.						
20	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco					%						
21	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta					%						
22	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta					%						
23	% Vacios del Agregado Mineral: VMA					%						
24	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla					%						
25	Relacion Asfalto - Vacios : VFA					%						
26	Relacion Filler / Betun Efectivo											
27	Lectura del Aro											
28	Estabilidad sin Corregir					kg						
29	Factor de Estabilidad											
30	Estabilidad Corregida					kg						
31	Lectura del Fleximetro (0.001")					pulg.						
32	Fluencia					mm.						
33	Relacion Estabilidad / Fluencia					kg/cm.						

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

DENSIDAD MÁXIMA TEORICA ASFALTO  
(ASTM D 2041)

Rev.:

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS (METODO RICE)

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DE LA MUESTRA	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g /c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO corregido por Presión ( $y = 0.8408x + 0.3984$ )	g /c.c.			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C				
TIEMPO DE ENSAYO	Min.			
TIEMPO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	Min.			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg			

**N° del PI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

ABRASION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2") ASTM C 131 Rev.

Tamaño del Tamiz				Pesos y Granulometrías de la muestra para el ensayo (g)		
Pasa		Retiene		1	2	3
mm	pulg.	mm	pulg.			
37.5	1 1/2"	25	1"			
25	1"	19	3/4"			
19	3/4"	9.5	1/2"			
9.5	1/2"	6.3	3/8"			
6.3	3/8"	4.75	N°4			
4.75	N°4	2.36	N°6			
Peso de muestra seca total			gr			
Peso después del ensayo			gr			
Peso pasante la malla N° 12			gr			
N° de esterías			N°			
Peso de las esterías			gr			
Porcentaje de Desgaste			%			
OBSERVACIONES:						
						<input type="checkbox"/> Cumple <input type="checkbox"/> No Cumple <input type="checkbox"/> No Aplica

*Raúl Pinto*  
 RAÚL ANTONIO PINTO BARRANTES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 51304

APELLIDOS Y NOMBRES	PINTO BARRANTES RAUL
CIP	51304
GRADO ACADEMICO	MAGISTER



### Anexo 3: Instrumentos

Datos generales : Navarro Arellano Lourdes Mery

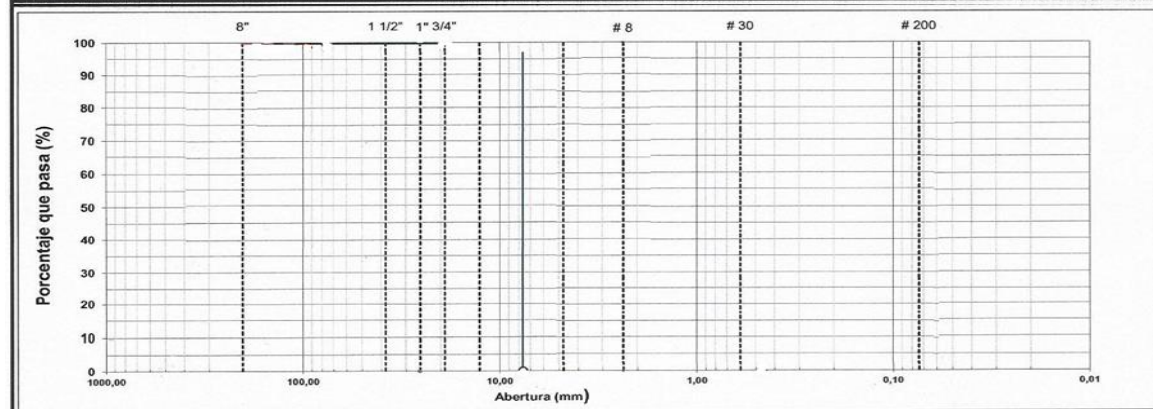
Instrucción : Luego de analizar y cortejar el instrumento de investigación

“FORMATOS PARA ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL NUCLEO ASFALTICO” con la matriz de consistencia de la presente investigación, por lo cual se le solicita en base a su criterio, conocimiento y experiencia profesional, validez de dicho instrumento para su aplicación.

<b>ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM C 136</b>		Doc. ID:	
		Revisión:	
		Fecha Emision:	
Nombre del Proyecto :			
Universidad :			
Cliente :	Proyecto :		
Tipo de Material :	N° Muestra :		
Fecha Muestreo :	Fecha Ensayo :		
Muestreado por :	Ubicac. Muestreo :		
Ensayado por :	Procedencia :		
Coordenadas :	N	E	Cota

Tipo de Material :	N° Muestra :		
Fecha Muestreo :	Fecha Ensayo :		
Muestreado por :	Ubicac. Muestreo :		
Ensayado por :	Procedencia :		
Coordenadas :	N	E	Cota

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PASA? (X=N0)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
8"	203,200							PESO TOTAL = gr			
6"	152,400							PESO FRACCION = gr			
4"	101,600										
3"	76,200										
2 1/2"	63,500										
2"	50,800										
1 1/2"	38,100							LIMITE LIQUIDO = %			
1"	25,400							LIMITE PLASTICO = %			
3/4"	19,100							INDICE PLASTICO = %			
1/2"	12,700										
3/8"	9,520							CLASF. AASHTO =			
# 4	4,760							CLASF. SUCCS =			
# 8	2,360							Descripcion del Suelo			
# 16	1,190							Grava limosa con arena			
# 30	0,600								S/Correc.	Correg.	
# 40	0,420										
# 100	0,149							MAX. DENS. SECA			
# 200	0,074					15	45,0	HUMEDAD OPT.			
< # 200	FONDO										



**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID: _____																																
		Revisión: _____																																
		Fecha Emisión: _____																																
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____																																		
<b>Universidad :</b>	_____																																	
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto :</b> _____																																
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____																																
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____																																
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____																																
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____																																
<b>Coordenadas :</b>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">N</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">E</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">Cota</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> </table>	N		E		Cota																												
N		E		Cota																														
Temperatura de Secado      60 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> 110 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		
Observaciones : _____																																		
_____																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		



**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

<b>ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>		Doc. ID: _____
		Revisión: _____
		Fecha Emision: _____
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____		
<b>Universidad :</b>	_____	
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto :</b> _____
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicación Muestreo :</b> _____
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____
<b>Coordenadas :</b>	N _____ E _____	Cota _____
Temperatura de Secado    60 °C <input type="checkbox"/> 110 °C <input type="checkbox"/>		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>		
N° TARRO		
TARRO + SUELO HUMEDO		
TARRO + SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		
N° DE GOLPES		
<b>LIMITE PLASTICO</b>		
N° TARRO		
TARRO + SUELO HUMEDO		
TARRO + SUELO SECO		
AGUA		
PESO DEL TARRO		
PESO DEL SUELO SECO		
% DE HUMEDAD		
<b>% DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>		
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		<b>CRITERIO ACEPTACION</b>
LIMITE LIQUIDO		CUMPLE
LIMITE PLASTICO		NO CUMPLE
INDICE DE PLASTICIDAD		NO APLICA
<b>OBSERVACIONES</b>		

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID: _____																																
		Revisión: _____																																
		Fecha Emisión: _____																																
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____																																		
<b>Universidad :</b>	_____																																	
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto :</b> _____																																
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____																																
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____																																
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____																																
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____																																
<b>Coordenadas :</b>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">N</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">E</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">Cota</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> </table>	N		E		Cota																												
N		E		Cota																														
Temperatura de Secado      60 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> 110 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		
Observaciones : _____																																		
_____																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
Norma (ASTM C127 / ASTM C128)

AGREGADO GRUESO (> 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso material saturado, superficialmente seco (en agua)	gr.				
C	Volumen de masa + Volumen de vacios = A - B	gr.				
D	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
E	Volumen de masa = C - (A - D)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = D/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = D/E		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - D)/D)*100		%				
AGREGADO FINO (< 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso Frasco + Agua	gr.				
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.				
D	Peso del Material + Agua en el frasco	gr.				
E	Volumen de masa + Volumen de Vacio = C - D	gr.				
F	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
G	Volumen de masa = E - (A - F)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = F/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = F/G		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - F)/F)*100		%				

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

LABORATORIO DE ASFALTO  
ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
(ASTM D 4791)

Rev.:

A.- PARTICULAS CHATAS Y LARGAS:							
Tamaño Máximo Nominal		Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	Peso Requerido (C)	Peso gr. (D)	(% (E)= D/C*100	% corregido (F) = E*B/100
Tamiz ASTM	Abertura (mm)						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350						
TOTAL							
% Particulas Chatas y alargadas =							

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

**RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEANDO  
EL APARATO MARSHALL  
(ASTM D 6926)**

Material	%	Fecha de Producción :											
A	Agregado Grueso	37.4	Coordenadas:										
B	Agregado Fino	62.6	<b>PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ</b>										
Mezcla Física	100.0	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100	Nº200		
% QUE PASA													
ESPECIFICACIÓN													
Nº	Numero de Probeta					N	1	2	3	Promedio			
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					%							
2	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla					%							
3	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla					%							
4	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico					gr/cc.							
5	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada					gr/cc.							
6	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada					gr/cc.							
7	Peso Especifico Bulk de la Arena					gr/cc.							
8	Peso Especifico Aparente de la Arena					gr/cc.							
9	Peso de la Probeta en el Aire					gr.							
10	Peso de la Probeta en el Agua					gr.							
11	Peso de la Probeta Saturada					gr.							
12	Volumen de la Probeta					c.c.							
13	Peso Especifico Bulk de la Probeta					gr/cc.							
14	Peso Especifico Maximo (RICE)					gr/cc.							
15	Máxima Densidad Teorica					gr/cc.							
16	% de Vacios					%							
17	Peso Especifico Bulk del Agregado Total					gr/cc.							
18	Peso Especifico Aparente del Agregado Total					gr/cc.							
19	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total					gr/cc.							
20	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco					%							
21	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta					%							
22	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta					%							
23	% Vacios del Agregado Mineral: VMA					%							
24	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla					%							
25	Relacion Asfalto - Vacios : VFA					%							
26	Relacion Filler / Betun Efectivo												
27	Lectura del Aro												
28	Estabilidad sin Corregir					kg							
29	Factor de Estabilidad												
30	Estabilidad Corregida					kg							
31	Lectura del Fleximetro (0.001")					pulg.							
32	Fluencia					mm.							
33	Relacion Estabilidad / Fluencia					kg/cm.							

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

DENSIDAD MÁXIMA TEORICA ASFALTO  
(ASTM D 2041)

Rev.:

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS (METODO RICE)

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DE LA MUESTRA	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g /c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO corregido por Presión ( $y = 0.8408x + 0.3984$ )	g /c.c.			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C				
TIEMPO DE ENSAYO	Min.			
TIEMPO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	Min.			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg			

**N° del PI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

ABRASIÓN LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")  
ASTM C 131

Rev.:

Tamaño del Tamiz				Pesos y Granulometrias de la muestra para el ensayo (g.)			
Pasa		Retiene		1	2	3	
mm	pulg.	mm	pulg.				
37.5	1 1/2"	25	1"				
25	1"	19	3/4"				
19	3/4"	9.5	1/2"				
9.5	1/2"	6.3	3/8"				
6.3	3/8"	4.75	7/16"				
4.75	Nº4	2.36	Nº6				
Peso de muestra seca total				gr			
Peso después del ensayo				gr			
Peso pasando la malla Nº 12				gr			
Nº de esferas				Nº			
Peso de las esferas				gr			
Porcentaje de Desgaste				%			
OBSERVACIONES:							
						Cumple	
						No Cumple	
						No Aplica	

APELLIDOS Y NOMBRES	PADILLA Pichén Santos R
CIP	51630
GRADO ACADEMICO	MAGISTER

  
SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

## Instrumentos

Datos generales : Navarro Arellano Lourdes Mery

Instrucción : Luego de analizar y cortejar el instrumento de investigación

“FORMATOS PARA ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL NÚCLEO ASFÁLTICO” con la matriz de consistencia de la presente investigación, por lo cual se le solicita en base a su criterio, conocimiento y experiencia profesional, validez de dicho instrumento para su aplicación.

ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM C 136		Doc. ID:								
		Revisión:								
		Fecha Emision:								
Nombre del Proyecto :										
Universidad :										
Cliente :										
Proyecto										
Tipo de Material :		N° Muestra								
Fecha Muestreo :		Fecha Ensayo								
Muestreado por :		Ubicac. Muestreo								
Ensayado por :		Procedencia								
Coordenadas :		N	E							
		Cota								
Tipo de Material :		N° Muestra								
Fecha Muestreo :		Fecha Ensayo								
Muestreado por :		Ubicac. Muestreo								
Ensayado por :		Procedencia								
Coordenadas :		N	E							
		Cota								
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	PASA? (X=N0)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
8"	203,200							PESO TOTAL = gr		
6"	152,400							PESO FRACCION = gr		
4"	101,600									
3"	76,200									
2 1/2"	63,500									
2"	50,800									
1 1/2"	38,100							LIMITE LIQUIDO = %		
1"	25,400							LIMITE PLASTICO = %		
3/4"	19,100							INDICE PLASTICO = %		
1/2"	12,700									
3/8"	9,520							CLASF. AASHTO =		
# 4	4,760							CLASF. SUCCS =		
# 8	2,360							Descripcion del Suelo		
# 16	1,190							Grava limosa con arena		
# 30	0,600									
# 40	0,420							S/Correc. Correg.		
# 100	0,149							MAX. DENS. SECA gr/cc		
# 200	0,074					15	45,0	HUMEDAD OPT. %		
< # 200	FONDO									



**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID:				
		Revisión:				
		Fecha Emisión:				
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____						
<b>Universidad :</b>	_____					
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto</b> _____				
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____				
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____				
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____				
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____				
<b>Coordenadas :</b>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">N</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">E</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> </table>	N		E		<b>Cota</b> _____
N		E				
Temperatura de Secado      60 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> 110 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>						
N° de Prueba						
N° Tara						
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A						
Tara + Suelo Seco (gr)        B						
Tara                                (gr)    C						
Agua                                (gr)    D, A-B						
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C						
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>						
<b>Observaciones :</b> _____						
_____						
_____						
N° de Prueba						
N° Tara						
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A						
Tara + Suelo Seco (gr)        B						
Tara                                (gr)    C						
Agua                                (gr)    D, A-B						
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C						
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>						

**Nº del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

<b>ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318</b>		Doc. ID:	
		Revisión:	
		Fecha Emision:	
Nombre del Proyecto :			
Universidad :			
Cliente :	Proyecto		
Tipo de Material :	Nº Muestra :		
Fecha Muestreo :	Fecha Ensayo :		
Muestreado por :	Ubicación Muestreo :		
Ensayado por :	Procedencia :		
Coordenadas :	N	E Cota	
Temperatura de Secado    60 °C <input type="text"/> 110 °C <input type="text"/>			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
Nº DE GOLPES			
<b>LIMITE PLASTICO</b>			
Nº TARRO			
TARRO + SUELO HUMEDO			
TARRO + SUELO SECO			
AGUA			
PESO DEL TARRO			
PESO DEL SUELO SECO			
% DE HUMEDAD			
<b>% DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>			
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>		<b>CRITERIO ACEPTACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
LIMITE LIQUIDO		CUMPLE	
LIMITE PLASTICO		NO CUMPLE	
INDICE DE PLASTICIDAD		NO APLICA	

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216</b>	Doc. ID:																																
		Revisión:																																
		Fecha Emision:																																
<b>Nombre del Proyecto :</b> _____																																		
<b>Universidad :</b>	_____																																	
<b>Cliente :</b>	_____	<b>Proyecto</b> _____																																
<b>Tipo de Material :</b>	_____	<b>N° Muestra :</b> _____																																
<b>Fecha Muestreo :</b>	_____	<b>Fecha Ensayo :</b> _____																																
<b>Muestreado por :</b>	_____	<b>Ubicac. Muestreo :</b> _____																																
<b>Ensayado por :</b>	_____	<b>Procedencia :</b> _____																																
<b>Coordenadas :</b>	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">N</td> <td style="width: 100px;"></td> <td style="width: 20px; text-align: center;">E</td> <td style="width: 100px;"></td> </tr> </table>	N		E		<b>Cota</b> _____																												
N		E																																
Temperatura de Secado      60 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> 110 °C <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		
Observaciones : _____																																		
_____																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">N° de Prueba</td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 20%;"></td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>N° Tara</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Húmedo (gr)    A</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara + Suelo Seco (gr)        B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tara                                (gr)    C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua                                (gr)    D, A-B</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Suelo Seco                        (gr)    E, B-C</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td><b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			N° de Prueba				N° Tara				Tara + Suelo Húmedo (gr)    A				Tara + Suelo Seco (gr)        B				Tara                                (gr)    C				Agua                                (gr)    D, A-B				Suelo Seco                        (gr)    E, B-C				<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>			
N° de Prueba																																		
N° Tara																																		
Tara + Suelo Húmedo (gr)    A																																		
Tara + Suelo Seco (gr)        B																																		
Tara                                (gr)    C																																		
Agua                                (gr)    D, A-B																																		
Suelo Seco                        (gr)    E, B-C																																		
<b>Cont. de Humeda (%)        (D/E)*100</b>																																		

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS  
Norma (ASTM C127 / ASTM C128)

AGREGADO GRUESO (> 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso material saturado, superficialmente seco (en agua)	gr.				
C	Volumen de masa + Volumen de vacios = A - B	gr.				
D	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
E	Volumen de masa = C - (A - D)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = D/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/C		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = D/E		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - D)/D)*100		%				
AGREGADO FINO (< 4.760 mm)						
DESCRIPCION		Und.	M-01	M-02	M-03	Promedio
A	Peso material saturado, superficialmente seco (al aire)	gr				
B	Peso Frasco + Agua	gr.				
C	Peso Frasco + Agua + A	gr.				
D	Peso del Material + Agua en el frasco	gr.				
E	Volumen de masa + Volumen de Vacio = C - D	gr.				
F	Peso material seco en horno (105 °C)	gr.				
G	Volumen de masa = E - (A - F)	gr.				
Peso específico Bulk (Base Seca) = F/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico Bulk (Base Saturada) = A/E		gr/cm <sup>3</sup>				
Peso específico aparente (Base Seca) = F/G		gr/cm <sup>3</sup>				
% de Absorción = ((A - F)/F)*100		%				

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

LABORATORIO DE ASFALTO  
 ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
 (ASTM D 4791)

Rev.:

A.- PARTICULAS CHATAS Y LARGAS:							
Tamaño Máximo Nominal		Peso Retenido (A)	% Retenido (B)	Peso Requerido (C)	Peso gr. (D)	(% (E)= D/C*100	% corregido (F) = E*B/100
Tamiz ASTM	Abertura (mm)						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350						
TOTAL							
% Particulas Chatas y alargadas =							

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Projectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

RESISTENCIA DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EMPLEANDO  
EL APARATO MARSHALL  
(ASTM D 6926)

Material	%	Fecha de Producción :										
A Agregado Grueso	37.4	Coordenadas:										
B Agregado Fino	62.6	PORCENTAJE QUE PASA EL TAMIZ										
Mezcla Física	100.0	3/4"	1/2"	3/8"	Nº4	Nº8	Nº16	Nº30	Nº50	Nº100	Nº200	
% QUE PASA												
ESPECIFICACIÓN												
N°	Numero de Probeta					N	1	2	3		Promedio	
1	% C.A. en Peso de la Mezcla					%						
2	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla					%						
3	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla					%						
4	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico					gr/cc.						
5	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada					gr/cc.						
6	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada					gr/cc.						
7	Peso Especifico Bulk de la Arena					gr/cc.						
8	Peso Especifico Aparente de la Arena					gr/cc.						
9	Peso de la Probeta en el Aire					gr.						
10	Peso de la Probeta en el Agua					gr.						
11	Peso de la Probeta Saturada					gr.						
12	Volumen de la Probeta					c.c.						
13	Peso Especifico Bulk de la Probeta					gr/cc.						
14	Peso Especifico Maximo (RICE)					gr/cc.						
15	Máxima Densidad Teorica					gr/cc.						
16	% de Vacios					%						
17	Peso Especifico Bulk del Agregado Total					gr/cc.						
18	Peso Especifico Aparente del Agregado Total					gr/cc.						
19	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total					gr/cc.						
20	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco					%						
21	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta					%						
22	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta					%						
23	% Vacios del Agregado Mineral: VMA					%						
24	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla					%						
25	Relacion Asfalto - Vacios : VFA					%						
26	Relacion Filler / Betun Efectivo											
27	Lectura del Aro											
28	Estabilidad sin Corregir					kg						
29	Factor de Estabilidad											
30	Estabilidad Corregida					kg						
31	Lectura del Fleximetro ( 0.001" )					pulg.						
32	Fluencia					mm.						
33	Relacion Estabilidad / Fluencia					kg/cm.						

**N° del DPI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

DENSIDAD MÁXIMA TEORICA ASFALTO  
(ASTM D 2041)

Rev.:

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO MAXIMO DE MEZCLAS ASFALTICAS (METODO RICE)

ENSAYO	N°	1	2	3
PESO DEL PICNÓMETRO + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + TAPA DE VIDRIO	gr			
PESO DE LA MUESTRA	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA + AGUA + TAPA DE VIDRIO (25°C) ± 1°C	gr			
VOLUMEN DE LA MEZCLA ASFÁLTICA (25°C)	c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO	g /c.c.			
PESO ESPECÍFICO MÁXIMO corregido por Presión ( $y = 0.8408x + 0.3984$ )	g /c.c.			
GRAVEDAD ESPECÍFICA DEL AGUA A 25° C				
TIEMPO DE ENSAYO	Min.			
TIEMPO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA SUMERGIDA EN BAÑO MARÍA (25°C) ± 1°C	Min.			
PRESIÓN DE SUCCIÓN o VACÍO	pulg Hg			

**N° del PI:** “Evaluación funcional de concreto asfáltico para tratamiento de impermeabilización del núcleo en presa de relaves de La Compañía Minera Antamina S.A. Ancash 2019”

**Proyectista:** Navarro Arellano Lourdes Mery

ABRACION LOS ANGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37.5 mm (1 1/2")  
ASTM C 131

Rev.:

Tamaño del Tamiz				Pesos y Granulometrias de la muestra para el ensayo (g.)		
Pasa		Retiene		1	2	3
mm	pulg.	mm	pulg.			
37.5	1 1/2"	25	1"			
25	1"	19	3/4"			
19	3/4"	9.5	1/2"			
9.5	1/2"	6.3	3/8"			
6.3	3/8"	4.75	Nº4			
4.75	Nº4	2.36	Nº8			
Peso de muestra seca total				gr		
Peso después del ensayo				gr		
Peso pasante la malla Nº 12				gr		
Nº de esferas				Nº		
Peso de las esferas				gr		
Porcentaje de Desgaste				%		
OBSERVACIONES:						
						<input type="checkbox"/> Cumple <input type="checkbox"/> No Cumple <input type="checkbox"/> No Aplica

APELLIDOS Y NOMBRES	VILLON PRIETO CLAUDIA ROSALBA
CIP	169780
GRADO ACADEMICO	DOCTOR

  
 Claudia Rosalba Villón Prieto  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 169780



**Anexo 3: Agregados y PEN 120/150 utilizados**



# NOTA DE SALIDA DE ALMACÉN

Nº A **Nº 022311**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA OBRA
347	Presa de Relaves Fase VII B Nivel 4115 a 4135

FECHA
14/09/19

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL DESTINO
	AV. PROCESOS DE LA INDEPENDENCIA 2236 S.J.L-LIMA

ITEM	INSUMO						Cantidad Despachada	Unidad	Centro de costo		
	CÓDIGO			DESCRIPCIÓN							
1							01	UND	1	4	7
2							02	UND	0	9	8
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

<b>SOLICITADO</b> RAI PRADA QUISPE ASISTENTE DE CALIDAD PROYECTO MINERO ANTAMINA 14/09/19
---

<b>AUTORIZADO</b> ING. BENIGNO HENRY ALVARADO ROBLES SUPERVISOR DE CALIDAD PROYECTO MINERO ANTAMINA 14/09/19
--

<b>V° B° ALMACÉN</b> RICARDI TORRES VEGA SUPERVISOR SCS PROYECTO MINERO ANTAMINA 14/09/19
---

<b>V° B° ALMACÉN VIG.</b>
---------------------------

Figura 31: Nota de Salida de Almacén de OHL de los agregados y PEN 120/150.

**REPORTE DE ANÁLISIS DE CEMENTO ASFALTICO**

LOTE No. 120/150-001-08-2019

<b>REFINERÍA LA PAMPILLA</b>	<b>RECEPCIÓN DE LA MUESTRA</b>	<b>FECHA DE CERTIFICACIÓN</b>
Carretera a Ventanilla km 25 S/N Ventanilla, Lima – Perú	02/07/2019 00:21:19	03/07/2019 09:46:45
<b>PRODUCTO</b>	<b>TANQUE</b>	<b>DESTINO DEL PRODUCTO</b>
Cemento Asfáltico 120/150	332B	Operaciones de Despacho
<b>PROCEDENCIA</b>	<b>VOLÚMEN CERTIFICADO , m³</b>	<b>BUQUE TANQUE</b>
Almacenamiento	1000	
<b>PROPIEDADES</b>	<b>MÉTODOS</b>	<b>RESULTADOS</b>
	<b>ASTMOTROS</b>	
<b>PENETRACIÓN</b>		
Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s, 1/10 mm	D 5 / AASHTO T 49	138
<b>DUCTILIDAD</b>		
Ductilidad a 25 °C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
<b>VOLATILIDAD</b>		
Gravedad Especifica a 15.6 °C/15.6°C	D 70 / AASHTO T 228	1.0160
Punto de Inflamación, °C	D 92 / AASHTO T 48	289.0
Gravedad API	D 70 / AASHTO T 228	7.2
<b>FLUIDEZ</b>		
Punto de Ablandamiento, °C	D 36	42.6
Viscosidad cinemática a 100°C, cSt	D 445	1663
Viscosidad cinemática a 135 °C, cSt	D 2170 / AASHTO T 201	233
<b>ENSAYOS DE PELÍCULA FINA</b>		
Pérdida por Calentamiento, %m	D 1754 / AASHTO T 179	0.17
Penetración retenida, 100g, 5s, 1/10 mm, % del original	D 5 / AASHTO T 49	66.7
Ductilidad del residuo a 25°C, 5 cm/min, cm	D 113 / AASHTO T 51	> 105
<b>SOLUBILIDAD</b>		
Solubilidad en tricloroetileno, % m	D 2042 / AASHTO T 44	99.96
<b>OTROS</b>		
Indice de Penetración	UNE 104-281 / 1-5	-0.5
Ensayo de la Mancha (Nafta-Xileno)	AASHTO T102	20% xileno, negativo
<b>OBSERVACIONES:</b>		
Producto cumple con las especificaciones ASTM D946, AASHTO M 20-70 y NTP 321.051		
<b>DISTRIBUCIÓN:</b>	<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	<b>LABORATORIO</b>
Original : Operaciones de despacho Copia 1: Movimiento de Productos Copia 2: Laboratorio	03/07/2019	 Cecilia Posadas Jhong Jefe de Laboratorio

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL

Figura 32: Certificado del PEN 120/150.

#### **Anexo 4: Panel Fotográfico de Laboratorio**



Figura 33: Realizando el ensayo de Análisis granulométrico ASTM C136, para grava, gravilla y arena.



Figura 34: Realizando el ensayo de contenido de humedad ASTM D 2216, para grava y arena.



*Figura 35:* Realizando el ensayo de Índice de plasticidad ASTM D 4318, para arena.



*Figura 36:* Realizando el ensayo de Absorción ASTM C 128, para arena.



Figura 37: Realizando el ensayo de Partículas chatas y alargadas ASTM D 4791, para grava.



Figura 38: Realizando el ensayo de Abrasión los Ángeles ASTM C 131, para grava.



*Figura 39:* Compactaciones de briquetas según Marshall ASTM D 6926., para 6.7%, 7% y 7.3% de CA.



*Figura 40:* Realizando el ensayo de Peso específico máximo teórico (Rice) ASTM D2041, a CA.



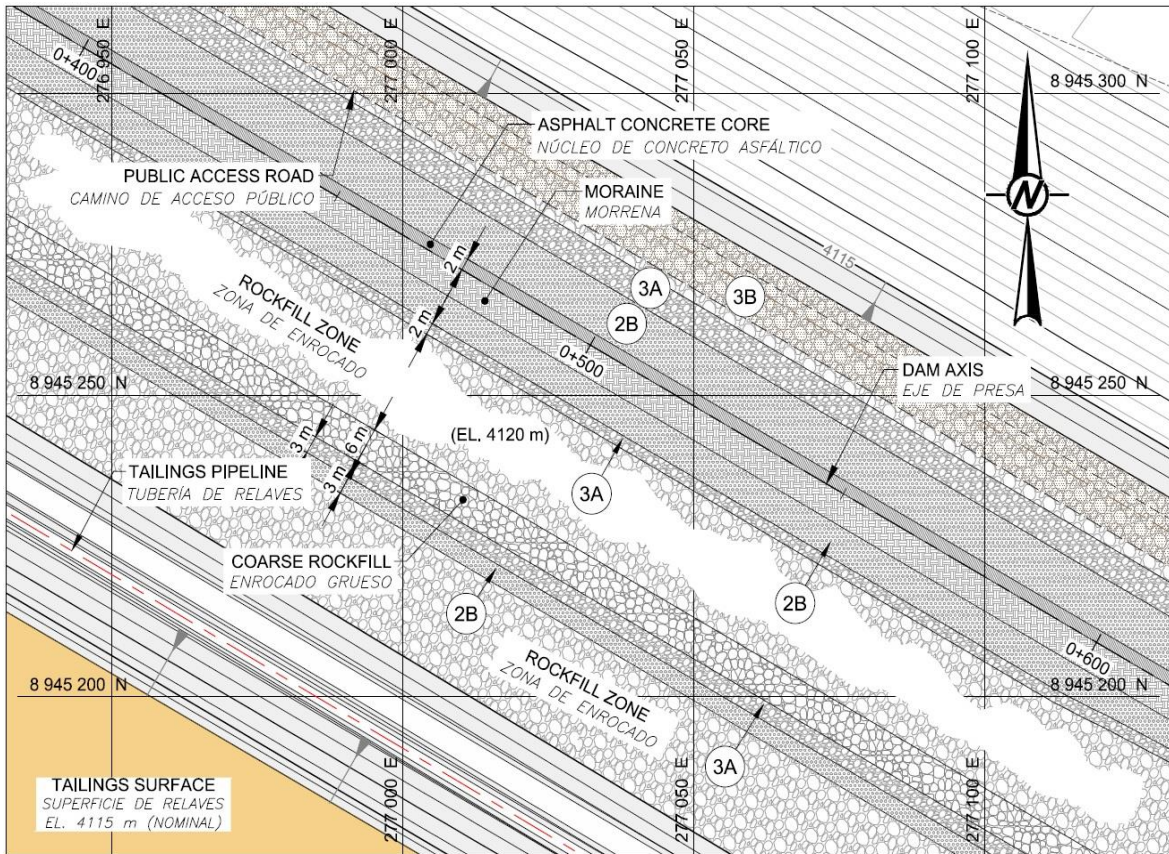
**Anexo 5: Panel Fotográfico de Panel Test**



*Figura 41:* Vista de la Chancadora procesadora de agregados para núcleo asfáltico, fuente elaboración propia.



*Figura 42:* Vista de la Planta de Asfalto, fuente elaboración propia.



4120 m DETAIL VIEW  
 DETALLE 4120 m  
 SCALE 1: 750

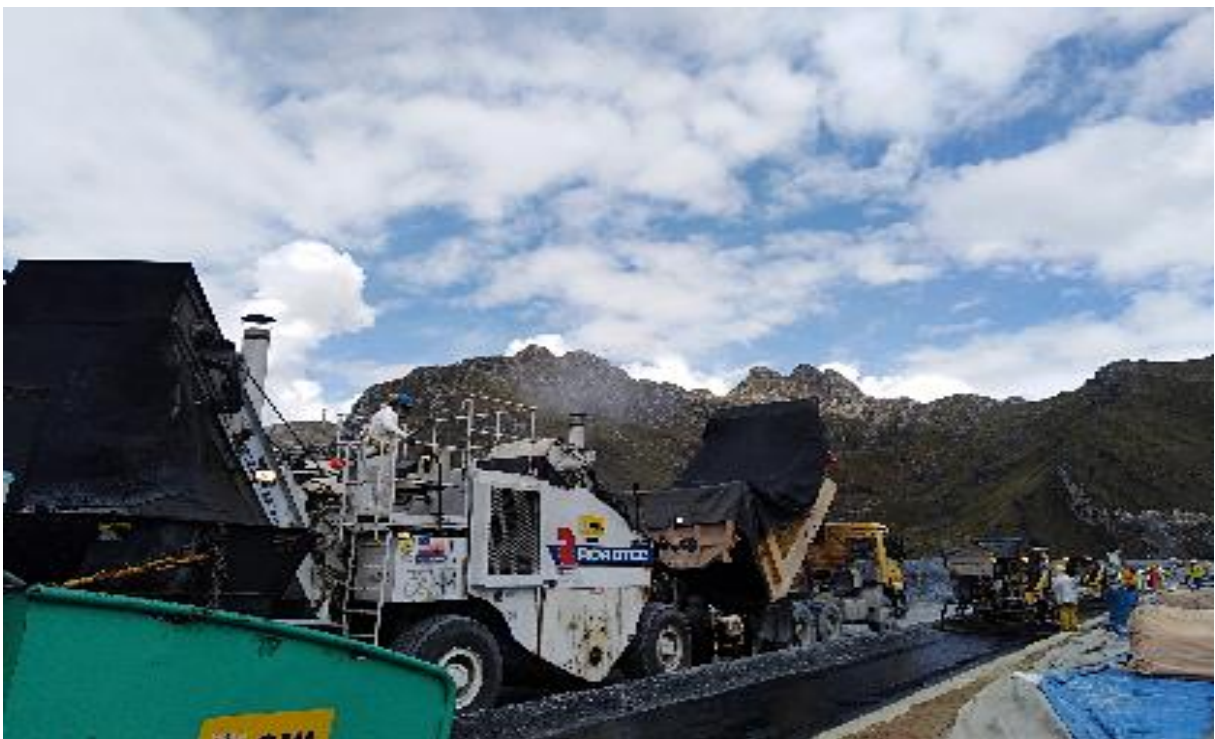
LEGEND / LEYENDA

	EXISTING GROUND TOPOGRAPHY TOPOGRAFIA DEL TERRENO EXISTENTE		MORaine MORRENA
	PROPOSED TOPOGRAPHY TOPOGRAFIA PROYECTADA		PUBLIC ACCESS ROAD CAMINO DE ACCESO PÚBLICO
	FILTER ZONE 2B ZONA DE FILTRO 2B		ANTAMINA PROPERTY LIMIT LÍMITE DE PROPIEDAD DE ANTAMINA
	TRANSITION ZONE 3A ZONA DE TRANSICIÓN 3A		TAILINGS PIPELINES TUBERIAS DE RELAVE
	ROCKFILL ZONE / ZONE 3B ZONA DE ENROCADO / ZONA 3B		EXISTING ROADS CAMINOS EXISTENTES
	ASPHALT CONCRETE CORE NÚCLEO DE CONCRETO ASFÁLTICO		

Figura 43: Detalle de la distribución de capas adyacentes al concreto asfáltico según plano 430-C-10144-RevB, de Antamina.



*Figura 44:* Limpieza del área a asfaltar en la presa de relaves, fuente elaboración propia.



*Figura 45:* Colocacion de la mecla asfaltica en la Presa de Relaves



*Figura 46:* Colocado y compactado de la mezcla asfáltica en la presa de relave, fuente elaboración propia.




*Figura 47:* Inicio de planchado con el rodillo tanden a la mezcla asfáltica extendida en la presa de relaves, fuente elaboración propia.



*Figura 48: Vista de la capa colocada con concreto asfáltico, fuente elaboración propia.*




*Figura 49: Extracción de los núcleos de asfalto para determinar el % de vacíos, fuente elaboración propia.*

	<b>INFORME DE CAPAS N° 01, N° 02 Y N° 03 CON FINES DE ACEPTACIÓN COMO PANEL TEST DE 15 CM</b>			INF-CAL-30/1PE313-VIB	
	INFORME TÉCNICO			CO	

Para revisión de Golder  
 José Quispe  
 17.10.17

**APROBADO**

**PROYECTO: 16062**  
**105-16062-MOB1216-INF-430-Q-0027**  
**“CONSTRUCCION DE LA ELEVACION NIVEL 4115 A 4135 DE LA PRESA DE RELAVES”**  
**FASE VI-B**

COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A. GERENCIA DE INGENIERIA & PROYECTOS	
ACCION INDICADA POR ANTAMINA:	
1	LEVANTAR COMENTARIOS EMITIR EN SIGUIENTE REVISION
2	LEVANTAR COMENTARIOS EMITIR EN REVISION FINAL
3	NO TENEMOS COMENTARIOS EMITIR EN REVISION FINAL
<input checked="" type="checkbox"/>	FIRMADO PARA ESTUDIO / CONSTRUCCION
5	NO ACEPTADO CORREGIR Y EMITIR NUEVAMENTE
El permiso para continuar NO constituye aceptación o aprobación de detalles de diseño, cálculos, análisis, métodos de prueba o materiales preparados o seleccionados por el consultor/Proveedor del cumplimiento total de las obligaciones contractuales	
REVISADO POR: 09-12-17	Carlos Rojas 
FECHA / FIRMA	FECHA / FIRMA



**INF-CAL-30/1PE313-VIB**

**INFORME DE CAPAS N° 01, N° 02 Y N° 03 CON FINES DE ACEPTACIÓN COMO PANEL TEST DE 15CM**

Elaborado por: Jefe de Laboratorio	 OHL Construcción ING. HENRY CASTILLO ORTIZ JEFE DE CALIDAD CIP 162054 PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 15/10/2017
Revisado: Jefe de Calidad	 OHL Construcción ING. HENRY CASTILLO ORTIZ JEFE DE CALIDAD CIP 162054 PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 15/10/2017
Aprobado por: Gerente del Proyecto	 OHL Construcción JOSE L. BAZA RODRIGUEZ GERENTE DE PROYECTO PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 15/10/2017

Revisión	00	01	02	03		Página 1 de 105
Fecha	30/06/2017	27/08/2017	21/09/2017	15/10/2017		

Figura 50: Informe de Capas N° 01, N°2 y N°3 con fines de aceptación como panel test de 15 cm, fuente elaboración propia.

	<b>RESULTADOS DEL PANEL TEST DEL NUCLEO ASFALTICO CON 5.0 METROS DE ANCHO</b> INFORME TÉCNICO		INF-CAL-60/1PE313-VIB	
			CO	

## PROYECTO: 16062

**APROBADO**

# “RECRECIMIENTO 4135 DE LA PRESA DEL POLISHING POND”

## AREA 460

<b>COMPAÑIA MINERA ANTAMINA S.A.</b> GERENCIA DE INGENIERIA & PROYECTOS		
ACCION INDICADA POR ANTAMINA:		
1	LEVANTAR COMENTARIOS EMITIR EN SIGUIENTE REVISION	
2	LEVANTAR COMENTARIOS EMITIR EN REVISION FINAL	
3	NO TENEMOS COMENTARIOS EMITIR EN REVISION FINAL	
<input checked="" type="checkbox"/>	FIRMADO PARA ESTUDIO / CONSTRUCCION	
5	NO ACEPTADO CORREGIR Y EMITIR NUEVAMENTE	
<small>El permiso para continuar NO constituye aceptación o aprobación de detalles de diseño, cálculos, análisis, métodos de prueba o materiales preparados o seleccionados por el consultor/Proveedor del cumplimiento total de las obligaciones contractuales</small>		
REVISADO POR:	Alexander Benavides	
14-02-18		
FECHA / FIRMA	FECHA / FIRMA	

  
**Segundo Suárez Vilela**  
 Coordinador QA  
 Vicepresidencia de Ingeniería y Proyectos  
 Compañía Minera Antamina S.A.

01/03/2018

**INF-CAL-60/1PE313-VIB**

**105-16062-MOB1216-INF-460-Q-0008**

# RESULTADOS DEL PANEL TEST DEL NUCLEO ASFALTICO CON 5.0 METROS DE ANCHO

Elaborado por: Supervisor de Calidad	 <b>OHL Construcción</b> FRANZ LUDWIG CONTRERAS NEVADO JEFE DE LABORATORIO PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 03/02/2018
Revisado: Jefe de Calidad	 <b>OHL Construcción</b> ING. HENRY CASTILLO ORTIZ JEFE DE CALIDAD CIP. 182258 PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 03/02/2018
Aprobado por: Gerente del Proyecto	 <b>OHL Construcción</b> WILY CARRERA SNC-L SUPERVISORIAL DE CONSTRUCCION CIP. 182258 PROYECTO MINERO ANTAMINA	Fecha: 03/02/2018

Revisor: Wily Carrerra SNC-L  
 Estatus: Para revisión CMA/Golder  
 09-02-18

Revisión	00	01				
Fecha	21/01/2018	03/02/2018				Página 1 de 75

Figura 51: Informe de Capas con fines de aceptación como panel test de 20 cm, fuente elaboración propia.



## **Anexo 6. Resultado de Ensayos de Laboratorio**

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**

ASTM C-136 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282

MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano

**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfaltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.

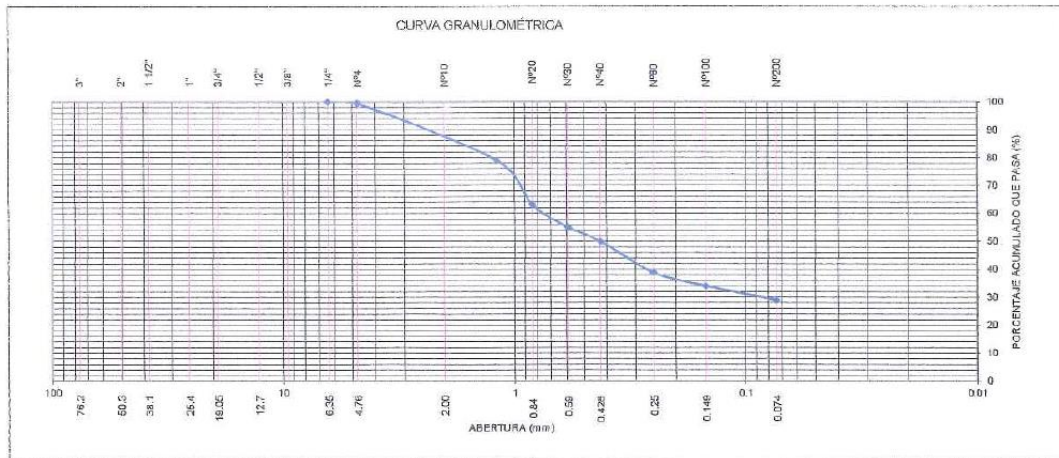
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019

**Agregado** : Arena  
**Muestra** : Arena Para Asfalto - Calcareo  
**Prof (m)** : -

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM C-136**

Tamiz	Abertura (mm)	(% ) Acumulado	
		(% ) Parcial Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-
2"	50.300	-	-
1 1/2"	38.100	-	-
1"	25.400	-	-
3/4"	19.050	-	-
1/2"	12.700	-	-
3/8"	9.525	-	-
1/4"	6.350	-	100.0
Nº4	4.760	0.4	99.6
Nº8	1.190	20.5	79.1
Nº16	0.840	15.9	63.2
Nº30	0.590	8.0	55.2
Nº50	0.426	5.1	50.2
Nº60	0.250	11.2	38.9
Nº100	0.149	4.7	34.2
Nº200	0.074	5.1	29.1
- Nº200		29.1	

% Grava	[ Nº 4 < f < 3" ]	: 0.4
% Arena	[ Nº 200 < f < Nº 4 ]	: 70.5
% Finos	[ < Nº 200 ]	: 29.1



**Observacion** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Téc. J.Ch.

**Equipos Usados**

- Bal-TAJ4001-Nº1
- Hor-01-jch
- Equipo de Casagrande ELE
- Bal-SE402F-Nº2
- Bandejas de acero inoxidable
- Taras de aluminio
- Vidrio esmerilado
- Juego de tamizes ELE

*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAWIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. OIP Nº 193867

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**

ASTM C136 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282

MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

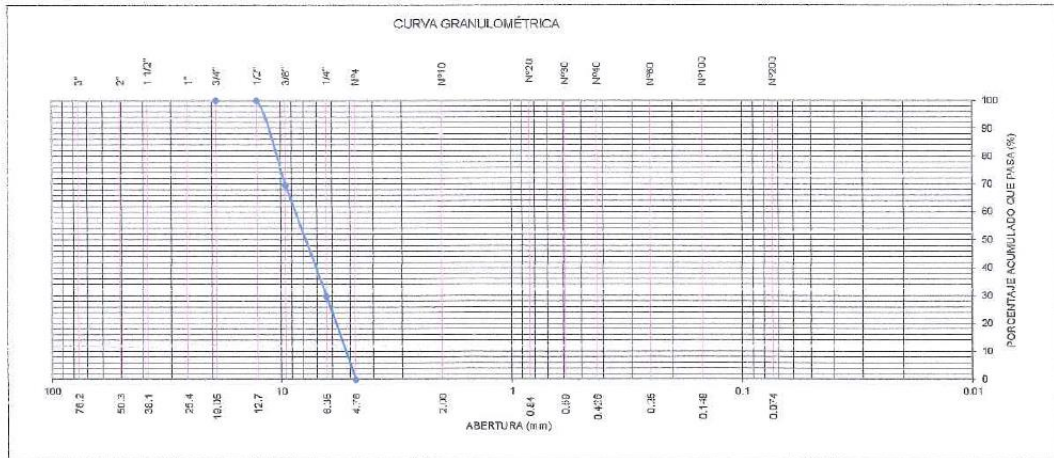
**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019

**Agregado** : Piedra  
**Muestra** : Gravilla Para Asfalto - Calceado  
**Prof (m)** : -

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM C-136**

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200	-	-	
2"	50.300	-	-	
1 1/2"	38.100	-	-	
1"	25.400	-	-	
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	-	-	100.0
3/8"	9.525	30.3	30.3	69.7
1/4"	6.350	39.8	70.1	29.9
Nº4	4.760	29.9	100.0	0.0
Nº16	1.190	-	-	
Nº20	0.840	-	-	
Nº30	0.590	-	-	
Nº40	0.426	-	-	
Nº60	0.250	-	-	
Nº100	0.149	-	-	
Nº200	0.074	-	-	
- Nº200		-	-	

% Grava [ Nº 4 < f < 3" ]	: ---
% Arena [ Nº 200 < f < Nº 4 ]	: 100.0
% Finos [ < Nº 200 ]	: ---



**Observacion** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Téc. J.Ch.

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-Nº1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-Nº2
  - Bandejas de acero inoxidable
  - Taras de aluminio
  - Vidrio esmerilado
  - Juego de tamizes ELE

  
**JAVIER FRANCISCO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 193867

**ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN**

ASTM C136 - D2216 - D4318 - D2487 - D3282

MTC E 107 - E 108 - E 110 - E 111

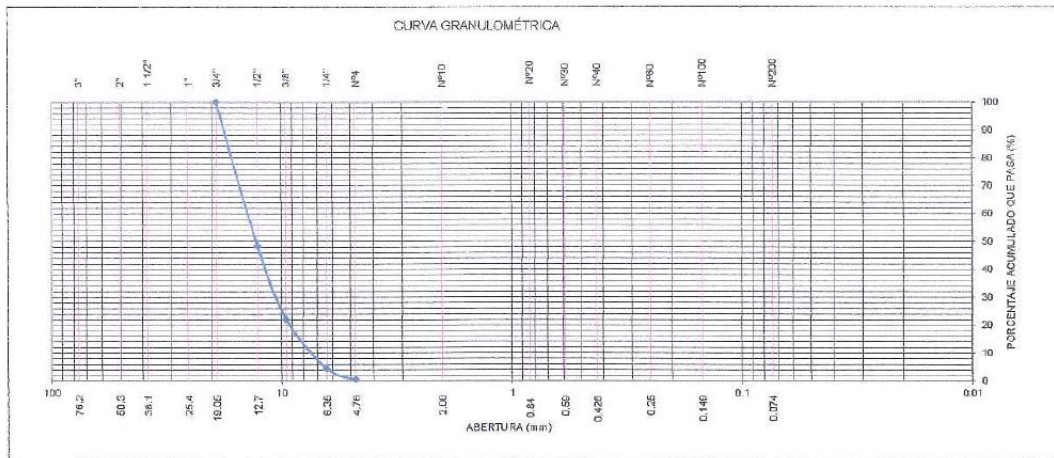
**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfaltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019

**Agregado** : Piedra  
**Muestra** : Grava Para Asfalto - Calcareo  
**Prof (m)** : -

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM C-136**

Tamiz	Apertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Retenido Pasa	
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	-
1 1/2"	38.100	-	-	-
1"	25.400	-	-	-
3/4"	19.050	-	-	100.0
1/2"	12.700	51.3	51.3	48.7
3/8"	9.525	26.4	77.8	22.2
1/4"	6.350	17.8	95.6	4.4
Nº4	4.750	3.9	99.4	0.6
Nº16	1.190	0.6	-	-
Nº20	0.840	-	-	-
Nº30	0.590	-	-	-
Nº40	0.425	-	-	-
Nº60	0.250	-	-	-
Nº100	0.149	-	-	-
Nº200	0.074	-	-	-
- Nº200	-	-	-	-

% Grava [ Nº 4 < f < 3" ]	:	99.4
% Arena [ Nº 200 < f < Nº 4 ]	:	0.6
% Finos [ < Nº 200 ]	:	---



**Observacion** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por** : Téc. J.Ch.

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-Nº1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-Nº2
  - Bandejas de acero inoxidable
  - Taras de aluminio
  - Vidrio esmerilado
  - Juego de tamizes ELE

  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 103367

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
 PROYECTO : Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Núcleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
 UBICACIÓN : Ancash  
 FECHA : Setiembre 2019

Datos de Muestra

Muestra : Grava Para Asfalto Calcareo  
 Gravilla Para Asfalto Calcareo  
 Arena Para Asfalto Calcareo

Material : Asfalto 120/150

GRANULOMETRIA PARA ELABORACION DE BRIQUETAS

Grava Para Asfalto Calcareo : 30.0 %  
 Gravilla Para Asfalto Calcareo : 62.0 %  
 Arena Para Asfalto Calcareo : 8.0 %  
 : 0.0 %

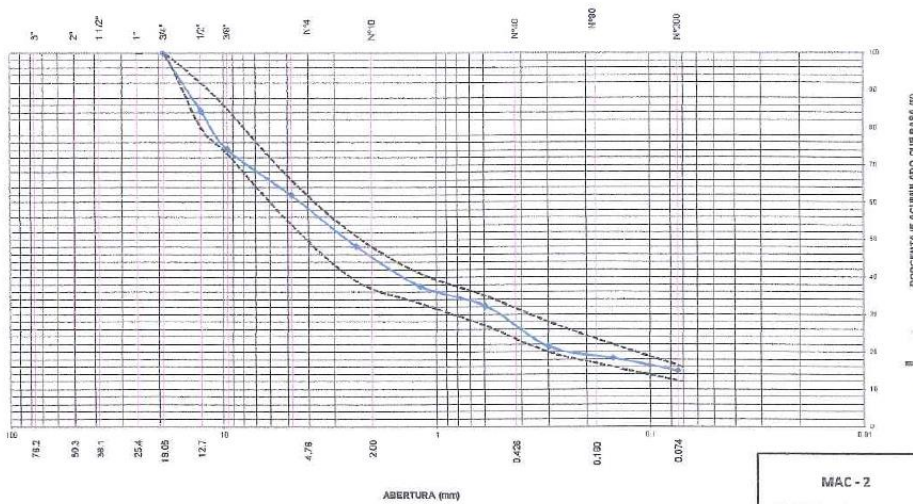
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C-136

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado	
			Retenido	Pasa
3"	76.200			
2"	50.300			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			100.0
1/2"	12.700	15.4	15.4	84.6
3/8"	9.525	10.3	25.8	74.2
N°4	4.760	12.4	38.1	61.9
N°8	2.380	13.6	51.7	48.3
N° 16	1.190	10.7	62.4	37.6
N°30	0.590	5.3	67.7	32.3
N°50	0.300	3.4	71.1	21.5
N°100	0.150	10.6	81.6	18.4
N°200	0.074	3.4	85.0	15.0
FONDO		15.0		

% grava	:	38.1
% arena	:	46.9
% finos	:	15.0


MAC -2	
TAMIZ	% QUE PASA
3/4"	100
1/2"	80-92
3/8"	73-85
N° 4	54-66
N° 8	39-51
N° 16	33-41
N° 30	27-35
N° 60	20-28
N° 100	16-22
N° 200	12-16

CURVA GRANULOMÉTRICA



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193557

Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Ejecución: Téc. JCH

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfaltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019


**Calicata** : Arena  
**Muestra** : Arena Para Asfalto - Calcareo  
**Prof.(m.)** : -

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	grs.	654.0	712.2
Peso de suelo seco + tara	grs.	639.0	690.0
Peso de tara	grs.	231.9	66.2
Peso de agua	grs.	15.0	22.2
Peso de suelo seco	grs.	407.1	623.8
Contenido de agua	%	3.68	3.56
<b>Contenido de Humedad Promedio</b>	%	3.6	

**Observacion :** Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por :** Téc. J.Ch.

**Equipos Usados**  
 - Bal-TAJ4001-N°1  
 - Hor-01-jch  
 - Taras de aluminio

  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667**

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019


**Calicata** : Piedra  
**Muestra** : Grava Para Asfalto - Calcareo  
**Prof.(m.)** : -

Recipiente N°		1	2
Peso de suelo humedo + tara	grs.	1012.2	1035.5
Peso de suelo seco + tara	grs.	1006.6	1030.0
Peso de tara	grs.	152.5	163.3
Peso de agua	grs.	5.6	5.5
Peso de suelo seco	grs.	854.1	866.7
Contenido de agua	%	0.66	0.63
<b>Contenido de Humedad Promedio</b>	%	0.6	

**Observacion :** Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
**Ejecutado por :** Téc. J.Ch.

**Equipos Usados**  
 - Bal-TAJ4001-N°1  
 - Hor-01-jch  
 - Taras de aluminio

  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 123867

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisió : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

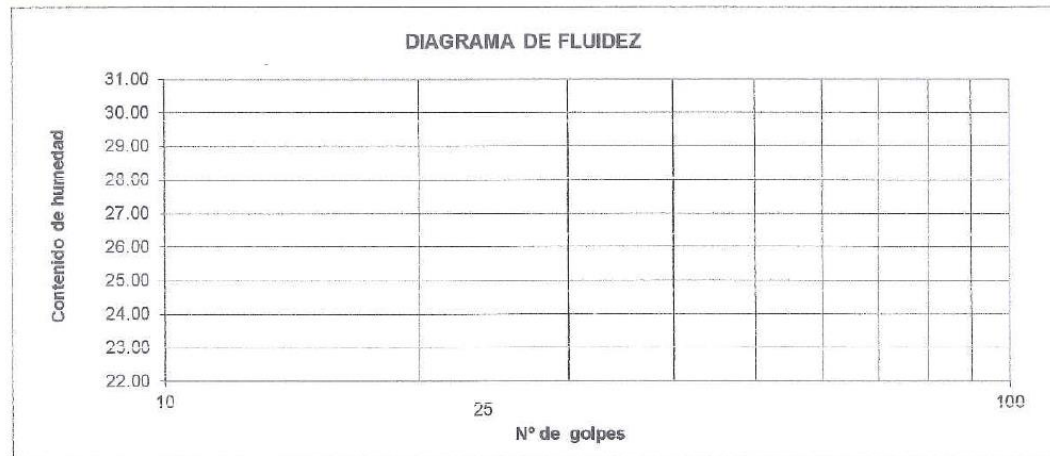
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA**  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019

**Calicata** : Arena  
**Muestra** : Arena Para Asfalto - Calcareo  
**Prof.(m.)** : -

Prueba N°	LÍMITE PLÁSTICO		LÍMITE LÍQUIDO		
	1	2	1	2	3
Tara N°	-	-	-	-	-
N° de golpes					
Tara + suelo humedo gr			NP		
Tara + suelo seco gr					
Peso del agua gr					
Peso de tara gr					
Peso suelo seco gr					
Contenido de humedad %					

RESULTADO DEL ENSAYO		
Límite Líquido	%	NP
Límite Plástico	%	NP
Índice Plástico	%	NP




**Observación** : Muestra remitida e identificada por el Solicitante  
 Pasante por la malla N°40  
**Ejecutado por** : Téc. Julio Ch.

**Equipos Usados**  
 Bal-SE402F-N°2  
 Hor-01-jch  
 Equipo de Casagrande ELE  
 Taras de aluminio  
 Vidrio esmerilado

  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 R.C. CIP N° 103307



	<b>FORMULARIO</b>	Código : <b>C-07</b>
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : <b>1</b> Fecha : <b>-</b> Página : <b>1 de 1</b>

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
NORMA ASTM C-127 - NTP 400.021 - MTC E-206

**N° Informe** : JCH 19-095  
**SOLICITANTE** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**PROYECTO** : Evaluacion Funcional del Concreto Asphaltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**UBICACIÓN** : Ancash  
**FECHA** : Set.-2019

**Calicata** : - **Cantera** : -  
**Muestra** : Grava Para Asfalto Calcareo **Progresiva** : -  
**Prof.(m)** : - **Lado** : -


Temperatura de Ensayo	23 °C			PROMEDIO
	1	2	3	
<b>Muestra N°</b>				
<b>Peso mat. Sat. Superf. seca en aire (gr)</b>	4088.0			
<b>Peso mat. Sat. Superf. seca en agua (g)</b>	2630.0			
<b>Volumen de masa + volumen de vacios</b>	1458.0			
<b>Peso de material seco (105°C) (gr)</b>	4060.0			
<b>Volumen de masa (gr)</b>	1430.0			
<b>Peso Bulk (base seca)</b>	2.785			<b>2.709</b>
<b>Peso Bulk (base saturada)</b>	2.804			<b>2.726</b>
<b>Peso aparente (base seca)</b>	2.839			<b>2.755</b>
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	0.69			<b>0.6</b>

**Observaciones :**

**Realizado** : Téc. JCh

**Equipos Usados**  
 Can-LA-3925  
 Bal-R31P30-Nº3

  
 -----  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-08
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

**ASTM C-128 - NTP 400.022 - MTC E-205**

**INFORME** : JCH 19-095

**SOLICITANTE** : Lourdes Mery Navarro Arellano

**PROYECTO** : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.

**UBICACIÓN** : Ancash

**FECHA** : Setiembre 2019

**Cantera** : - **Progresiva** : -

**Calicata** : - **Lado** : -

**Muestra** : Arena Para Asfalto Calcareo

**Prof. (m.)** : -

Muestra N°	1	2	3
Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en aire) (gr.)	150.0		
Peso de Frasco + H2O (gr)	691.7		
Peso de Frasco + H2O + A (gr)	841.7		
Peso del mat. + H2O en el frasco (gr)	786		
Vol. De Masa + Vol de Vacío=C-D	55.7		
Peso del mat. Seco en estuda (105°C)	147.3		
Vol. De Masa=E-(A-F)	53		
P.e. BULK (BASE SECA)	2.645		
P.e. BULK (BASE SATURADA)	2.693		
P.e. APARENTE (BASE SECA)	2.779		
% DE ABSORCIÓN	1.83		


*Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante*  
Ejecución : JCH

**EQUIPOS USADOS**

- Cono-abs-PyS106
- Bal-TAJ4001-N°1



JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 16007

	<b>FORMULARIO</b>	Código : C-16
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 1

**ENSAYO DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS**  
ASTM D 4791 - NTP 400.040.1999 - MTC E-223

INFORME : JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano

PROYECTO : Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Núcleo en Preea de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.

UBICACIÓN : Ancash

FECHA : Setiembre, 2019

Cantera : -  
Calleoata : -  
Muestra : Grava Para Asfalto - Calcareo  
Registro : -

Relación Espesor/Longitud : 1/3

**PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS (%)** 3

Tamiz		Total Partículas		Partículas Chatas		Porcentaje Chatas Fracción (%)	Granulometría (%) retenido	Porcentaje Chatas corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	2012.0	502	66.2	26	3.3	66.0	2.17
1/2"	3/8"	1016.0	532	24.0	20	2.4	34.0	0.80
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>							<b>100.0</b>	<b>2.98</b>

**PORCENTAJE DE PARTICULAS ALARGADAS (%)** 2

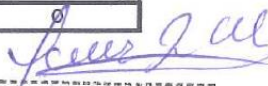
Tamiz		Total Partículas		Partículas Alargadas		Porcentaje Alargamiento Fracción (%)	Gradación original (%)	Porcentaje Alargamiento corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"							
2"	1 1/2"							
1 1/2"	1"							
1"	3/4"							
3/4"	1/2"	2012.0	502	40.1	28	2.0	66.0	1.32
1/2"	3/8"	1016.0	532	11.0	13	1.1	34.0	0.37
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>							<b>100.0</b>	<b>1.68</b>


**PORCENTAJE DE PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS (%)** 0

Tamiz		Total Partículas		Partículas Chatas y Alargadas		Porcentaje Chatas y Alargadas Fracción (%)	Gradación original (%)	Porcentaje Chatas y Alargadas corregido (%)
Pasa	Retiene	Peso Inicial (gr)	N°	Peso (gr)	N°			
2 1/2"	2"	0.0	0	-	-	-	0.0	-
2"	1 1/2"	0.0	0	-	-	-	0.0	-
1 1/2"	1"	0.0	0	-	-	-	0.0	-
1"	3/4"	0.0	0	-	-	-	0.0	-
3/4"	1/2"	2012.0	502	-	-	-	66.0	-
1/2"	3/8"	1016.0	532	-	-	-	34.0	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>							<b>100.0</b>	

*Nota.* La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por: JCH

  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193687

	FORMULARIO	Código : C-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1 de 1

**ENSAYO DE ABRASIÓN LOS ÁNGELES**  
ASTM C- 131 - MTC E-207 - NTP 400.019

**Informe** : JCH 19-095  
**Solicitante** : Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto** : Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Núcleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación** : Ancash  
**Fecha** : Setiembre, 2019

Cantera : -  
Calicata : -  
Muestra : Grava Para Asfalto - Calcareo  
Registro : -

Medida del tamiz (apertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, gr			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")				
25 mm (1")	19.0 mm (3/4")				
19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")		2502		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")		2500		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")				
6.3 mm (1/4")	4.75 mm (N°4)				
4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8")				
TOTAL			5002		

Número de Esferas		11		
Masa del a carga (g)		4584		
N° de Revoluciones		500		

**Método de ensayo** : B  
Peso Inicial de la muestra (g) : 5002  
Peso Final de la muestra (g) : 3852  
Peso < malla N°12 (gr) : 1150  
Desgaste : 23.0%

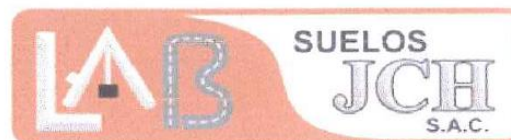
  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
Reg. CIP N° 193367

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
Ejecutado por : JCH

**Equipos Usados**  
- Bal-R31P30-N°3  
- Hor-01-JCH  
- Abr-STMH-3

Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



### INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
PROYECTO : Evaluacion Funcional del Concreto Asfaltico Para Tratamiento de Impermiabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
UBICACIÓN : Ancash  
FECHA : Setiembre 2019

#### Datos de Muestra

Muestra : Grava Para Asfalto Calcareo  
Gravilla Para Asfalto Calcareo  
Arena Para Asfalto Calcareo

Material : Asfalto 120/150

#### DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE METODO MARSHALL - ASTM D-6926

##### CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA ASFALTICA

- N° Golpes por Cara	30
- Contenido Optimo del cemento asfaltico (%)	7.0
- Peso Especifico Bulk gr/cm3	2.403
- Vacios (%)	1.25
- Vacios Llenos con Cemento Asfáltico	92.0
- V.M.A. (%)	15.2
- Estabilidad (kg)	-
- Flujo (mm)	-

##### PROPORCIONES DEL DISEÑO

- Grava Para Asfalto Calcareo	30.0 %
- Gravilla Para Asfalto Calcareo	62.0 %
- Arena Para Asfalto Calcareo	8.0 %
- -	0.0 %

##### CONTENIDO DE ASFALTO

- TIPO DE ASFALTO	120/150 PEN
- PORCENTAJE OPTIMO DE CEMENTO ASFALTICO	7.00 %

NOTA : Las muestras de agregado y asfalto fueron remitidas al Laboratorio por el solicitante

  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
 PROYECTO : Evaluacion Funcional del Concreto Asfaltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
 UBICACIÓN : Ancash  
 FECHA : Setiembre 2019

Datos de Muestra

Muestra : Grava Para Asfalto Calcareo  
 Gravilla Para Asfalto Calcareo  
 Arena Para Asfalto Calcareo

Material : Asfalto 120/150

4.- ENSAYO DE PESO ESPECIFICO - PIEDRA TRITURADA

PESO ESPECIFICO BULCK BASE SECA : 2.785  
 PESO ESPECIFICO BULCK BASE SATURADA : 2.804  
 PESO ESPECIFICO APARENTE : 2.839  
 ABSORCION (%) : 0.69

5.- ENSAYO DE PESO ESPECIFICO ARENA NATURAL

PESO ESPECIFICO BULCK BASE SECA : 2.645  
 PESO ESPECIFICO BULCK BASE SATURADA : 2.693  
 PESO ESPECIFICO APARENTE : 2.779  
 ABSORCION (%) : 1.83

II. DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE  
 METODO MARSHALL - ASTM D1559

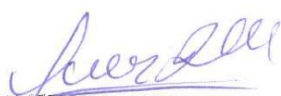
a.- MEZCLA DE AGREGADO

- Grava Para Asfalto Calcareo 30.0 %  
 - Gravilla Para Asfalto Calcareo 62.0 %  
 - Arena Para Asfalto Calcareo 8.0 %  
 - - 0.0 %

c.- CARACTERISTICAS DEL MARSHALL

-	N° DE GOLPES DE CAPA	30	30	30
-	CEMENTO ASFALTICO (%)	6.7	7.0	7.3
-	PESO ESPECIFICO (KL/CC.)	2.410	2.403	2.387
-	ESTABILIDAD (KG)	654.1	823.9	704.2
-	FLUJO (MM)	2.6	2.8	3.3
-	VACIOS DE AIRE (%)	1.35	1.23	1.43
-	VACIOS DE AGREGADO MINERAL (%)	14.5	15.2	16.2
-	VACIOS LLENOS DE C.A. (%)	91	92	91

NOTA : Las muestras de agregado y asfalto fueron remitidas al Laboratorio por el solicitante

  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

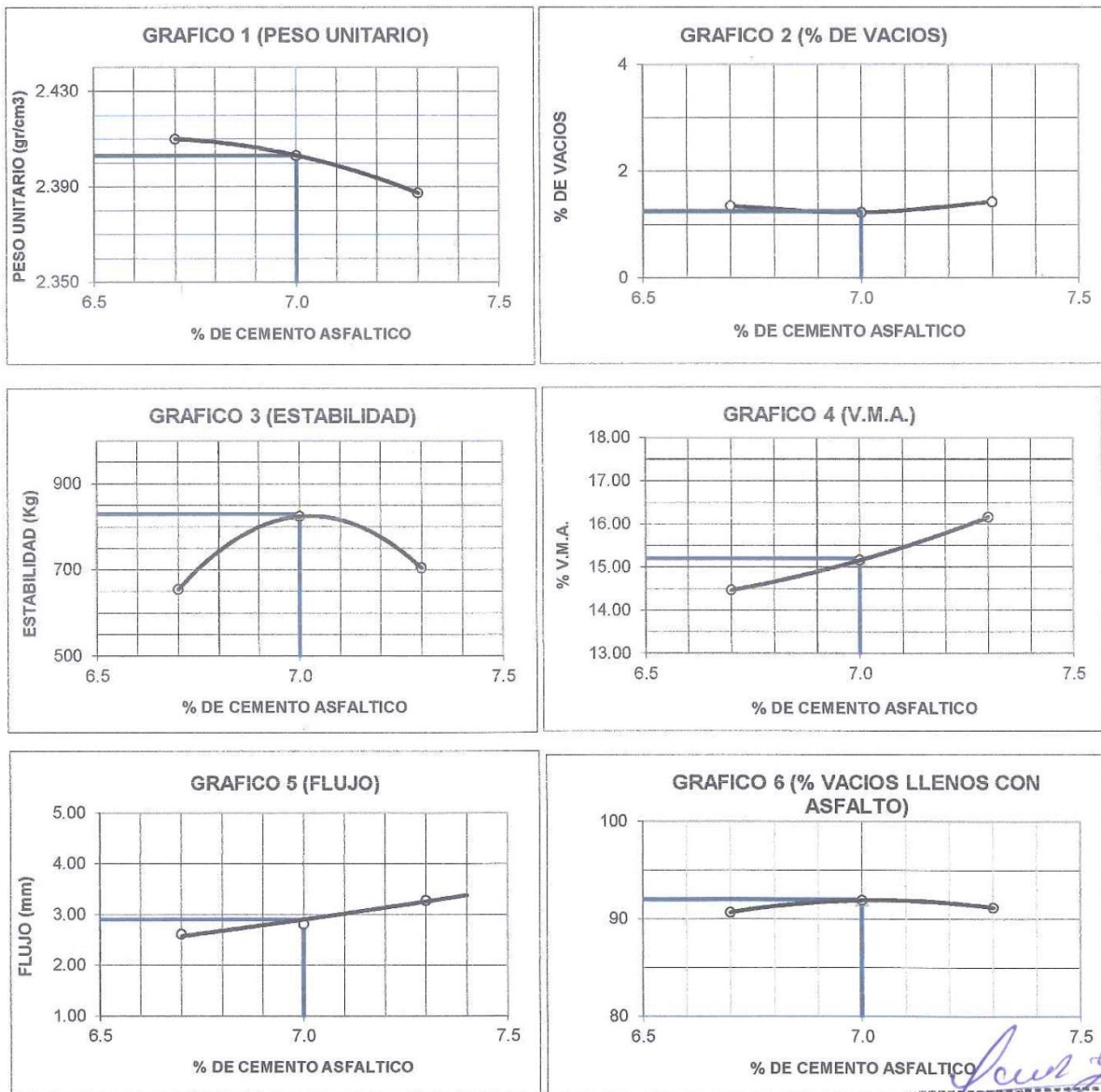
INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
 PROYECTO : Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
 UBICACIÓN : Ancash  
 FECHA : Setiembre 2019

Datos de Muestra  
 Muestra : Grava Para Asfalto Calcareao  
 Gravilla Para Asfalto Calcareao  
 Arena Para Asfalto Calcareao  
 Material : Asfalto 120/150

CAPA DE RODADURA

CURVAS MARSHALL



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
PROYECTO : Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Núcleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
UBICACIÓN : Ancash  
FECHA : Setiembre 2019

REPORTE DE ENSAYOS EN MEZCLA ASFÁLTICA

Cantera : -  
Calicata : -  
Muestra : RICE 6.7%  
Prof. (m.) : -

MAXIMA GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLAS ASFALTICAS RICE - ASTM D2041 /MTC E508

MUESTRA	Prueba
Progresiva	
Peso matr�az (gr.)	318.6
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica (aire) (gr.)	850.8
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica + agua (gr.)	1625.2
Peso de Mezcla Asfáltica (gr.)	532.2
Volumen de mezcla Asfáltica (cm3)	217.8
Peso Matr�az con agua a 25°C (Calibración) (gr.)	1310.8
<b>Peso específico Máximo de Mezcla Asfáltica (gr/cm3)</b>	<b>2.444</b>

*Nota:* - Las muestras de carpeta asfáltica fueron proporcionadas por el cliente

Ejecución : Téc. JCH

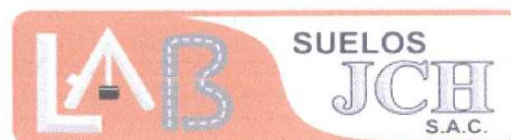


JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667



Razón Social: Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.

RUC: 20602256872



INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
PROYECTO : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
UBICACIÓN : Ancash  
FECHA : Setiembre 2019

REPORTE DE ENSAYOS EN MEZCLA ASFÁLTICA

Cantera : -  
Calicata : -  
Muestra : RICE 7.0%  
Prof. (m.) : -

MAXIMA GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLAS ASFALTICAS RICE - ASTM D2041 /MTC E508

MUESTRA	Prueba
Progresiva	
Peso matr�az (gr.)	318.4
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica (aire) (gr.)	841.2
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica + agua (gr.)	1618.3
Peso de Mezcla Asfáltica (gr.)	522.8
Volumen de mezcla Asfáltica (cm3)	215.0
Peso Matr�az con agua a 25°C (Calibración) (gr.)	1310.5
Peso específico Máximo de Mezcla Asfáltica (gr/cm3)	2.432

*Nota:* - Las muestras de carpeta asfáltica fueron proporcionadas por el cliente

Ejecución : Téc. JCH

  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

INFORME N° JCH 19-095

SOLICITANTE : Lourdes Mery Navarro Arellano  
PROYECTO : Evaluacion Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilizacion del Nucleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
UBICACIÓN : Ancash  
FECHA : Setiembre 2019

REPORTE DE ENSAYOS EN MEZCLA ASFÁLTICA

Cantera : -  
Calicata : -  
Muestra : RICE 7.3%  
Prof. (m.) : -

MAXIMA GRAVEDAD ESPECIFICA DE MEZCLAS ASFALTICAS RICE - ASTM D2041 /MTC E508

MUESTRA	Prueba
Progresiva	
Peso matr�az (gr.)	318.5
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica (aire) (gr.)	850.7
Peso matr�az + Mezcla Asfáltica + agua (gr.)	1623.1
Peso de Mezcla Asfáltica (gr.)	532.2
Volumen de mezcla Asfáltica (cm3)	219.7
Peso Matr�az con agua a 25°C (Calibración) (gr.)	1310.6
Peso específico Máximo de Mezcla Asfáltica (gr/cm3)	2.422

Nota: - Las muestras de carpeta asfáltica fueron proporcionadas por el cliente

Ejecución : Téc. JCH

  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

**Razón Social:** Laboratorio de Suelos JCH S.A.C.  
**RUC:** 20602256872

**Código de ensayo :** JCH 19-095  
**Solicitante :** Lourdes Mery Navarro Arellano  
**Proyecto :** Evaluación Funcional del Concreto Asfáltico Para Tratamiento de Impermeabilización del Núcleo en Presa de Relaves de la Compañía Minera Antamina S.A.  
**Ubicación :** Ancash  
**Fecha :** Setiembre 2019

**Datos de Muestra :**  
**Muestra :** Grava Para Asfalto Calcareo  
 Gravilla Para Asfalto Calcareo  
 Arena Para Asfalto Calcareo

**Material :** Asfalto 120/150

		1			2			3		
METODO MARSHALL		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	N° BRIQUETA	6.7	6.7	6.7	7.0	7.0	7.3	7.3	7.3	7.3
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	28.5	28.5	28.5	28.4	28.4	28.4	28.2	28.2	28.2
2.1	% AG. GRUESO <3/4" EN PESO DE LA MEZCLA	58.9	58.9	58.9	58.9	58.6	58.6	58.3	58.3	58.3
3	% AG. ARENA CHANCADA EN PESO DE LA MEZCLA	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.5	7.5	7.5
4	% AG. FILLER EN PESO DE LA MEZCLA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023	1.023
6	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK (MEMOR 1°)	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785	2.785
6.1	PESO ESPECIFICO DE ARENA NATURAL-BULK	2.645	2.645	2.645	2.645	2.645	2.645	2.645	2.645	2.645
7	PESO ESPECIFICO DE GRAVILLA- BULK	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546	2.546
8	PESO ESPECIFICO DE FILLER- APARENTE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	ALTURA PROMEDIO DE LA BRIQUETA (cm.)	6.15	6.05	6.05	6.08	6.08	6.13	6.00	6.13	6.05
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1203.1	1198.0	1202.3	1205.5	1192.8	1204.5	1208.7	1207.7	1209.2
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1205.0	1201.0	1206.2	1207.2	1193.6	1205.1	1208.8	1208.6	1209.9
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	707.0	703.0	707.0	706.2	697.5	703.0	703.0	703.2	702.5
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	498.0	498.0	499.2	501.0	496.1	502.1	505.8	505.4	507.4
14	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.416	2.406	2.408	2.406	2.404	2.399	2.390	2.390	2.383
15	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm <sup>3</sup> )	2.443	2.443	2.443	2.433	2.433	2.433	2.42	2.42	2.42
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO - ASTM D2041 (RICE)	1.1	1.5	1.4	1.1	1.2	1.4	1.3	1.3	1.5
19	% VACIOS (VMT)	1.35	1.23	1.23	1.23	1.23	1.43	1.43	1.43	1.43
20	% VACIOS (VMT) PROMEDIO	2.677	2.677	2.677	2.677	2.677	2.677	2.677	2.677	2.677
21	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	14.3	14.6	14.5	15.0	15.1	15.3	16.1	16.1	16.3
22	V. M. A. (%)	14.5	14.5	14.5	15.2	15.2	16.2	16.2	16.2	16.2
23	V.M.A. PROMEDIO	92.2	89.5	90.3	92.7	92.2	90.8	91.7	91.7	90.2
24	& DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	90.7	90.7	90.7	91.9	91.9	91.2	91.2	91.2	91.2
25	& DE VACIOS LLENADOS CON C.A. - PROMEDIO (VFA)	2.763	2.763	2.763	2.758	2.758	2.758	2.752	2.752	2.752
26	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	1.19	1.19	1.19	1.13	1.13	1.13	1.05	1.05	1.05
27	ASfalto absorbido por el agregado total	5.23	5.23	5.23	5.54	5.54	5.54	5.87	5.87	5.87
28	% Asfalto efectivo	2.55	2.68	2.60	3.23	2.66	2.55	3.17	3.29	3.36
29	FLUJO (mm.)	2.61	2.61	2.61	2.82	2.82	2.82	3.27	3.27	3.27
30	FLUJO PROMEDIO (mm.)	5997	8415	6288	8226	8226	9025	6394	8868	7022
31	ESTABILIDAD (lectura dial de carga)	611	858	641	859	899	920	652	904	716
32	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (Kg.)	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
33	FACTOR DE ESTABILIDAD	569	798	596	780	836	856	606	841	666
34	ESTABILIDAD CORREGIDA (Kg.)	654	654	654	824	824	824	824	824	824
35	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (Kg.)	704	704	704	704	704	704	704	704	704

*Juan Galar*  
 JUAN FRANCISCO  
 ULLTA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

## **Anexo 7. Calibración de Equipos**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°344-2018 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2018-12-06

1. SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

DIRECCIÓN : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2238 APV, SAN HILARION  
LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : THOLZ  
MODELO : MDH  
NÚMERO DE SERIE : NO PRESENTA  
PROCEDENCIA : PERÚ  
IDENTIFICACIÓN : Hor - 01 - JCH  
UBICACIÓN : Laboratorio

### Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : DIGITAL  
Alcance de Indicación : 1 °C a 200 °C  
División de Escala : 1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2018-12-07

La calibración se realizó en Laboratorio de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	32.0	31.8
Humedad Relativa %HR	39	39

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CT - 0292 - 2018

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

Téc. Gilma María del Carmen Quijano  
Responsable del Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA  
LABORATORIO SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°344-2018 GLT  
Página 2 de 4

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	112.3	110.9	111.4	110.1	113.3	112.1	111.6	113.4	111.2	110.3	111.7	3.3
02	110	112.4	110.4	111.4	110.4	111.6	112.1	111.8	113.4	111.4	110.3	111.5	3.1
04	110	112.1	110.6	111.2	110.4	114.3	112.6	111.8	113.4	111.6	110.5	111.9	3.9
06	110	112.2	110.4	111.5	110.3	113.5	112.2	111.7	113.2	111.6	110.2	111.7	3.3
08	110	112.3	110.4	111.5	110.3	113.4	112.2	111.7	113.5	111.4	110.5	111.7	3.2
10	110	112.4	110.7	111.5	110.3	113.4	112.2	111.6	113.5	111.6	110.4	111.8	3.2
12	110	112.5	110.1	111.5	110.3	113.5	112.4	111.7	113.6	111.6	110.7	111.8	3.5
14	110	112.4	110.8	111.5	110.4	113.6	112.6	111.7	113.6	111.7	110.2	111.7	3.4
16	110	112.3	110.8	111.5	110.4	113.6	112.9	111.8	113.6	111.7	110.6	111.9	3.2
18	110	112.2	110.3	111.5	110.2	113.6	112.4	111.6	113.9	111.7	110.6	111.8	3.7
20	110	112.1	110.3	111.5	110.3	113.6	112.5	111.7	113.9	111.9	110.4	111.8	3.6
22	110	112.0	110.5	111.5	110.4	113.7	112.5	111.7	113.0	111.0	110.2	111.7	3.5
24	110	112.9	110.4	111.6	110.4	113.5	112.2	111.7	113.2	111.1	110.4	111.7	3.1
26	110	112.8	110.6	111.3	110.4	113.5	112.3	111.7	113.6	111.2	110.0	111.7	3.8
28	110	112.7	110.5	111.5	110.0	113.7	112.3	111.7	113.6	111.0	110.2	111.7	3.7
30	110	112.6	110.9	111.4	110.1	113.5	112.2	111.6	113.7	111.3	110.8	111.8	3.6
32	110	112.7	110.8	111.4	110.4	113.4	112.1	111.6	113.2	111.4	110.8	111.8	3
34	110	112.8	110.8	111.5	110.4	113.7	112.1	111.7	113.5	111.5	110.9	111.9	3.3
36	110	112.7	110.8	111.6	110.5	113.6	112.1	111.7	113.8	111.2	110.2	111.8	3.6
38	110	112.8	110.8	111.6	110.5	113.6	112.1	111.9	113.4	111.6	110.5	111.9	3.1
40	110	112.9	110.7	111.5	110.5	113.4	112.4	111.6	113.2	111.4	110.4	111.8	3
42	110	112.0	110.8	111.5	110.5	113.4	112.5	111.6	113.0	111.7	110.6	111.8	2.9
44	110	112.1	110.3	111.6	110.2	113.4	112.6	111.6	113.2	111.4	110.7	111.7	3.2
46	110	112.1	110.6	111.5	110.4	113.4	112.1	111.7	113.1	111.8	110.5	111.7	3
48	110	112.3	110.4	111.6	110.6	113.5	112.2	111.7	113.1	111.5	110.8	111.8	3.1
50	110	112.4	110.2	111.3	110.6	113.5	112.2	111.7	113.2	111.2	110.9	111.7	3.3
52	110	112.5	110.2	111.5	110.5	113.4	112.1	111.5	116.2	111.0	110.0	111.9	6.2
54	110	112.4	110.4	111.5	110.4	113.4	112.1	111.5	116.2	111.2	110.1	111.9	6.1
56	110	112.3	110.5	111.5	110.4	113.4	112.1	111.5	113.4	111.1	110.2	111.6	3.2
58	110	112.2	110.5	111.5	110.2	113.5	112.2	111.6	113.4	111.2	110.4	111.7	3.3
60	110	112.1	110.6	111.4	110.2	113.3	112.0	111.6	113.2	111.3	110.2	111.6	3.1
T. PROM.	110	112.4	110.5	111.5	110.4	113.5	112.3	111.7	113.6	111.4	110.4	111.8	
T. MAX	110	112.9	110.9	111.6	110.6	114.3	112.9	111.9	116.2	111.9	110.9		
T. MIN	110	112.0	110.1	111.2	110.0	111.6	112.0	111.5	113.0	111.0	110.0		
DTT	0.0	0.9	0.8	0.4	0.6	2.7	0.9	0.4	3.2	0.9	0.9		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.9	0.3
Mínima Temperatura Medida	110.0	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.2	0.3
Estabilidad Medida (±)	±4.00	0.04
Uniformidad Medida	6.2	0.3



T: PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. PROM: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en el tiempo.  
T. MAX: Temperatura máxima.  
T. MIN: Temperatura mínima.  
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com  
Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC



**G&L**  
LABORATORIO SAC

LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°344-2018 GLT

Página 3 de 4

### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com  
Correos: ventas@gylaboratorio.com  
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm



PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

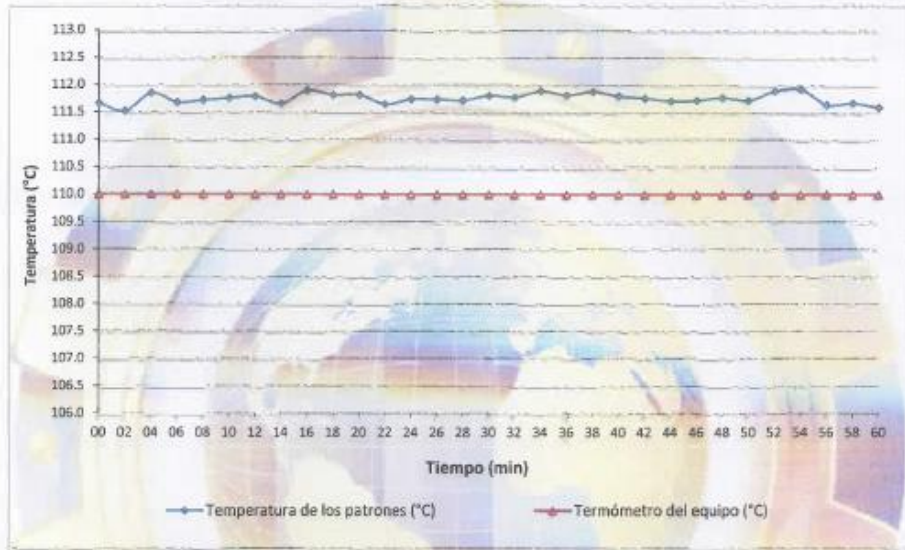


**G&L**  
LABORATORIO SAC

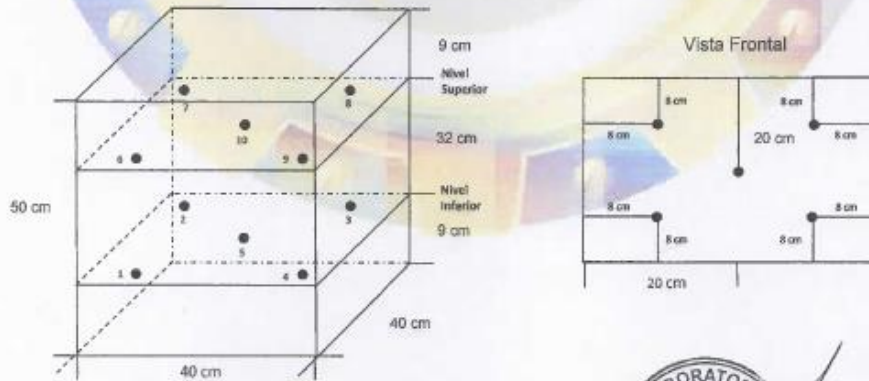
LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°344-2018 GLT  
Página 4 de 4

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO**  
**TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C**



**UBICACIÓN DE LOS SENSORES**



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gylaboratorio.com  
Correos: ventas@gylaboratorio.com  
servicios@gylaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número: 1017 / 19

*Number:*

INSTRUMENTO : MAQUINA DE LOS ANGELES  
*Instrument*

MARCA : PYS EQUIPOS  
*Manufacturer*

MODELO : STMH-3  
*Model*

NÚMERO DE SERIE : 180515  
*Serial Number*

SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.  
*Customer*

CLASE DE PRECISION : 1  
*Accuracy*

FECHA DE CALIBRACION : 03-01-2019  
*Date of calibration*

NUMERO DE PAGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS: (TRES)  
*Number of pages of this certificate and documents attached*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito de la organización que lo emite.  
*This certificate is an accurate record of the results of measurements performed. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing organization.*

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. La organización que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.  
*The result of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing organization assumes no responsibility for damages ensuing misuse of the calibrated instruments*

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados  
*The user is responsible for having the apparatus calibrated at appropriated intervals*

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: [ventas@pys.pe](mailto:ventas@pys.pe) / [metrologia@pys.pe](mailto:metrologia@pys.pe)

Web Page: [www.pys.pe](http://www.pys.pe)



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número: 1017 / 19

Página 2 de 3

OBJETO DE PRUEBA : MAQUINA DE LOS ANGELES  
TRABAJO REALIZADO : CALIBRACIÓN  
METODO UTILIZADO : COMPARACIÓN DIRECTA  
SITIO DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO METROLOGIA PYS EQUIPOS

#### METODO DE CALIBRACION

La MAQUINA descrita **CUMPLE** con los errores máximos tolerados en uso, según lo estipulado en el método de descrito en el TH-001 del CEM de España.

#### TRAZABILIDAD:

#### PATRÓN DE CALIBRACIÓN

Se utilizaron patrones calibrados en INACAL, con certificados de calibración N° L-0005-2018

#### UNIDADES EMPLEADAS

Sistema internacional de unidades

#### RECOMENDACIONES:

- 1- Es necesario implementar un programa de comprobación continua de la MAQUINA con patrones adecuados.
- 2- Se debe implementar un programa de aseo permanente para la MAQUINA. Esto con el fin de tratar de garantizar un correcto funcionamiento

#### FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signatures.

Revisado por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. de Metrologia

Calibrado por:  
Amed Castillo Espinoza  
Dpto. de Metrologia

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31  
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989  
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe  
Web Page: www.pys.pe



#### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN:

##### Determinación del tiempo / vuelta

Tiempo segundos	Vuelta 1 N1	Vuelta 2 N2	Vuelta 3 N3	Promedio	Tiempo/vuelta Segundo	Error de Repetibilidad
60	32	31	31	31	1.91	0.58
120	63	62	62	62	1.93	0.58
180	94	93	93	93	1.93	0.58
240	125	125	125	125	1.92	0.00
300	157	156	156	156	1.92	0.58
360	188	187	187	187	1.92	0.58
420	219	219	218	219	1.92	0.58
480	250	250	250	250	1.92	0.00
540	282	281	281	281	1.92	0.58
600	313	312	312	312	1.92	0.58
660	344	343	343	343	1.92	0.58
720	375	375	374	375	1.92	0.58
780	407	406	406	406	1.92	0.58
840	438	437	437	437	1.92	0.58
900	469	469	469	469	1.92	0.00

##### Determinación del peso y dimensiones de las esferas.

Nº	Peso(g) 390 g – 445 g	Diámetro 1 mm	Diámetro 2 mm	Promedio (mm) 46.8 mm
1	414.90	46.90	46.90	46.90
2	417.10	46.83	46.30	46.57
3	415.00	46.78	46.63	46.71
4	414.90	46.32	46.37	46.35
5	416.60	46.51	46.46	46.49
6	402.90	46.36	46.90	46.63
7	416.70	46.19	46.21	46.20
8	416.80	46.52	46.50	46.51
9	417.10	46.51	46.45	46.48
10	416.90	46.46	46.57	46.52
11	415.00	46.53	46.36	46.45
12	414.90	46.55	46.55	46.53
Masa total	4978.80			

500g+- 25g

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31

Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989

E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe

Web Page: www.pys.pe



\*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIDAD

El material identificado en el presente documento ha sido inspeccionado, y revisado de acuerdo con procedimientos estándar, se establece y se encuentra que esta dentro de las tolerancias prescritas.

### ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

**Norma de ensayo:** ASTM C – 128.

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO:

**Molde:** Bronce 40mm de diám. Parte superior x 90 mm diám. Base x 75mm a.

**Pisón:** 25,4 mm, largo 168 mm, peso: 340gr.

**NOMBRE DEL PRODUCTO:** CONO DE ABSORCIÓN DE ARENAS CON PISÓN.

**MARCA DEL PRODUCTO:** PYS EQUIPOS.

**CODIGO DEL PRODUCTO:** PYS106

**SERIE DEL PRODUCTO:** 132

**FECHA:** 13/04/2018

# Product Certification

## This is to Certify

That the material herein identified has been inspected and calibrated (when applicable) in accordance with standard procedures set forth and is found to be within the prescribed tolerances.

PRODUCT MANUFACTURE: FORNEY, LLC

PRODUCT ITEM NUMBER: LA-3925

MANUFACTURING SPECIFICATIONS: ASTM D4791  
EN 933-4 933-5 933-7

PRODUCT DESCRIPTION: PROPORTIONAL CALIPER DEVICE

MODELO: LA-3925

SERIE: 122

DATA: 13/04/2018



FORNEY REPRESENTATIVE

This Certificate is issued as a statement of the fact that on this date the above instrument(s) had an accuracy as indicated. It should not be construed or regarded as a Guarantee or Warranty of any kind (in favor of the client, the client's customers, or the public at large) that the instrument(s) will continue to retain the same percentage (%) of accuracy or efficiency as determined on the date, when the calibration, and adjustments if required was performed and reported by "FORNEY INCORPORATED", since the calibrator has absolutely no control over the future operation, damage, maintenance repairs and overall condition of the instrument(s) and hereby expressly disclaims any and all liability for damage or loss sustained by all parties arising or resulting from deterioration, obsolescence, malfunction, or sub-standard performance of said instrument(s): which shall be deemed to be and which shall remain the sole responsibility of the machines regular custodian, owner and/or manufacturer.



**FORNEY**

WORLD EXPERTS IN MATERIAL TESTING  
1565 Broadway Ave., Hermitage, PA 16148  
Phone 724-346-7400 Fax: 724-346-7408  
Email - sales@forneyonline.com



875 Tollgate Rd., Elgin IL 60123 U.S.A.

1.800.544.7220 Fax: 1.708.456.0137

e-mail: [hmc@humboldtmfg.com](mailto:hmc@humboldtmfg.com)

[www.humboldtmfg.com](http://www.humboldtmfg.com)

### Humboldt Calibration Certificate

<b>Model</b>	HM-2300.100
<b>Full scale Output</b>	3.0000mv/v
<b>NTEP#</b>	06-080
<b>Serial#</b>	800082
<b>Capacity</b>	10,000 lb
<b>Date</b>	01/15/2019

Zero Balance	1.00% FS
Rated Excitation	10 Vdc
Compensated Temp. Range	14°F to 104 °F (-10°C to 40°C)
Insulation Res.	>1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	Nil
Input Resistance	385± 15Ω
Output Resistance	350± 3Ω
Minimum Dead Load	200LB
Vmin	0.400LB
Safe overload (150%)	150% of capacity
Ultimate Overload (300%)	

<b>Wiring Code</b>			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
White	+ Output	Green	- Output

**Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!**

**Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.**

Testing Equipment for Construction Materials



# HUMBOLDT

## Displacement Calibration Certificate

Certificate Number: 03082019095420

Serial Number: 16875

Instrument: HM-2310.10

Description: 25mm Strain Transducer

Customer: H.W. Kessel S.A.C./RUC: 20100329205

Address: H.W. Kessel S.A.C./RUC: 20100329205

Phone:

Calibration Method: ASTM D6027 -  
HCP005 LSCT  
Calibration

Calibration Results: OK

Calibration Date: 3/8/2019

Next Calibration Due: 3/8/2020

Calibration Interval: 12 months

Readout: HM-5030.3F

Serial Number of Readout: 190369EB26

Temperature (°C): 22.0

Cal. Equipment Type: Displacement

Model: 762

Cal. Equipment Serial: 1201315

Due: 12/10/2020

This instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT MFG. Co.'s quality management system and is traceable to the SI units through the National Institute of Standards and Technology (NIST). Reported uncertainties are expressed as expanded uncertainty values at the 95% confidence level using a coverage factor of approximately K=2. Statements of compliance, where applicable, are based upon the test results falling within the specified limits with no reduction by the uncertainty of the measurement. The results contained herein relate only to the item calibrated.

This certificate shall not be reproduced, except in full without the written permission of HUMBOLDT MFG. Co. Calibration due dates appearing on the Certificate of Calibration and label are determined by the customer and do not imply continued conformance to specifications.

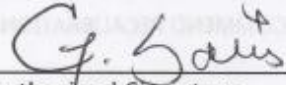
The HUMBOLDT MFG. Co.'s quality management system complies with the requirements of ISO 9001:2015.

Instrument Received:

Name: Gustavo Solis

Instrument Returned:

Function: Quality Team Member

  
Authorized Signature

HUMBOLDT MFG. Co. 875 Tollgate Road Elgin, IL 60123

800.544.7220 - 708.456.0137 (fax) - hsi@humboldtmgf.com - www.humboldtmgf.com

# Displacement Calibration Certificate

## Calibration Data (MM)

Model: HM-2310.10      Serial Number: 16875

1	2	3	AVE
0.000	0.000	0.000	0.000
5.000	5.001	5.000	5.000
10.000	10.000	10.000	10.000
15.001	15.001	15.000	15.001
20.000	20.001	20.000	20.000
25.000	25.000	25.000	25.000

## Regression Data

**Remarks:** None

NOMINAL	TOLERANCE -	TOLERANCE +	AS FOUND	AS LEFT	UNITS	UNCERTAINTY
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	MM	0.000
5.000	4.950	5.050	0.000	5.000	MM	0.002
10.000	9.900	10.100	0.000	10.000	MM	0.002
15.000	14.850	15.150	0.000	15.001	MM	0.002
20.000	19.800	20.200	0.000	20.000	MM	0.002
25.000	24.750	25.250	0.000	25.000	MM	0.002

## Calibration Values

<b>Configuration Minimum (MM):</b>	0	<b>Configuration Maximum (MM):</b>	25.000
<b>Calibration Minimum:</b>	86054	<b>Calibration Maximum:</b>	11644922
<b>Gain:</b>	4		

RECOMMEND RECALIBRATION ONE YEAR FROM START OF USE AFTER LAST CALIBRATION

**HUMBOLDT MFG. Co.** 875 Tollgate Road Elgin, IL 60123

800.544.7220 - 708.456.0137 (fax) - hsi@humboldtmg.com - www.humboldtmg.com



# Humboldt Mfg. Co.

## Test Report & Data

Linear Displacement Sensor

350Ω Full Bridge balance output

Model **HM-2310.10**

Serial No

**16875**

### Test Results

Test Volts	5.00	Volts Sensitivity @ 25mm	6.888	mV/V
Displacement	25.72 mm	Non Linearity	0.04%	Full Scale

Test data is based on best fit line (worst case for error)

### Input volts

2-10 AC or DC

### Wiring Connections

Pin No

Pin No.

Excitation +	Red	1	Signal +	Green	4
Excitation -	Blue	2	Signal -	Yellow	5

Pin No. - Only when factory fitted with DIN plug

### Operational Notes

- 1 The outer case must not be distorted when clamping the sensor, a full diameter clamp is strongly recommended.
- 2 The sensor is not recommended for use in hostile or extreme environments without protection.
- 3 Special tools are required to remove the plunger tip (anvil). This Anvil forms the mechanical stop for the extent of the plunger travel and must only be removed under controlled conditions that prevent the spindle being depressed into the body of the sensor.

### Notes

Humboldt Mfg. Co

3801 North 25th Avenue, Schiller Park, IL 60176, USA

Fax +1708-456-0137, Email [hmc@humboldtmfg.com](mailto:hmc@humboldtmfg.com) Web [www.humboldtmfg.com](http://www.humboldtmfg.com)



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 346-2018 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2018-12-08

1. SOLICITANTE : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

DIRECCIÓN : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236  
APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : TAJ4001

NÚMERO DE SERIE : 8338110064

ALCANCE DE INDICACIÓN : 4000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : USA

IDENTIFICACIÓN : Bal - TAJ4001 - N° 1

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2018-12-07

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C  
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Glimer Antonio Huaman Poma  
Responsable de Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a  
6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	32.0 °C	32.1 °C
Humedad Relativa	37 %	37 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud F1)	LM - 415 - 2018 LM - 416 - 2018

**7. OBSERVACIONES**

Para 4000 g la balanza indicó 3998.8 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO". (\*) Código asignado por LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 2,000.0 g		Carga L2= 4,000.0 g						
	l(g)	Δ L (mg)	l(g)	Δ L (mg)					
	Temp. (°C)		Temp. (°C)						
			Inicial	Final					
			32.0	32.0					
1	1,999.9	60	-110	3,999.8	40	-190			
2	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200			
3	1,999.9	60	-110	3,999.8	60	-200			
4	1,999.9	50	-100	3,999.8	60	-210			
5	1,999.9	60	-110	3,999.8	60	-210			
6	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200			
7	1,999.9	50	-100	3,999.8	40	-190			
8	1,999.9	50	-100	3,999.8	40	-190			
9	1,999.9	40	-90	3,999.8	50	-200			
10	1,999.9	50	-100	3,999.8	50	-200			
Diferencia Máxima			20		20				
Error máximo permitido ±			200 mg		±			300 mg	



LABORATORIO DE METROLOGIA  
CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 346-2018 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	32.0	32.0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>1</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (mg)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	1.0	1.0	40	10	1,300.0	1,300.0	40	10	0
2		1.0	50	0		1,300.1	50	100	100
3		1.0	50	0		1,300.0	40	10	10
4		1.0	50	0		1,300.0	40	10	10
5		1.0	40	10		1,300.0	40	10	0

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	32.0	32.1

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50	0						100
2.0	2.0	40	10	10	2.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	40	10	10	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	50	0	0	100
200.0	200.0	50	0	0	200.0	50	0	0	100
500.0	500.0	40	10	10	500.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	50	0	0	1,000.0	50	0	0	200
1,500.0	1,500.0	40	10	10	1,500.0	40	10	10	200
2,000.0	1,999.9	50	-100	-100	1,999.9	50	-100	-100	200
3,000.0	3,000.1	50	100	100	3,000.1	50	100	100	300
4,000.0	3,999.8	40	-190	-190	3,999.8	40	-190	-190	300

(\*\*) error máximo permitido

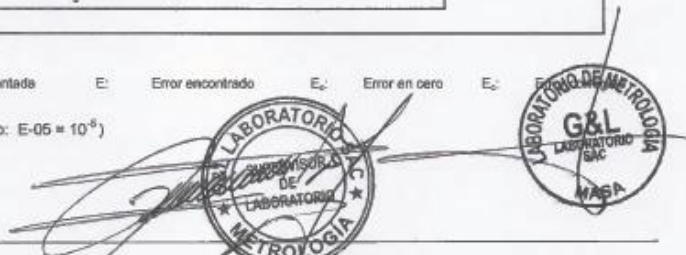
Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,030E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{017E-04 g^2 + 495E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>1</sub>: Error en cero    E<sub>2</sub>:

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>-xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



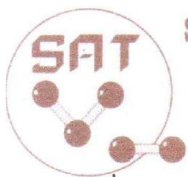
Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa  
Los Olivos - Lima

RPC: 992 - 302 - 883  
RPC: 992 - 302 - 878

SKYPE: ventas@gyllaboratorio.com  
Correos: ventas@gyllaboratorio.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Horario de Atención:  
Lunes a Viernes: 8:00 am a 6:00 pm  
Sábados: 8:00 am a 1:00 pm

PROHIBIDO LA REPRODUCCION TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO SAC



# Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Registro N° LC-014

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LP-058-2019

SERV-0691-2019

Pag. 1 de 2

1. Cliente : Laboratorio de suelos JCH SAC
- Dirección : Av. Proceres de la independencia nro. 2236 APV. San Hilarion - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
2. Instrumento de medición : VACUÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
- Marca : WINTERS  
 Modelo : Z1248 (\*)  
 N° de serie : No indica  
 Procedencia : Canadá  
 Identificación : 0691-01 (\*\*)  
 Intervalo de indicación : -30 in Hg a 0 in Hg  
 Resolución : 0,5 in Hg  
 Clase de exactitud : No indica  
 Diámetro de rosca : 1/4 NPT  
 Diámetro de caja : 60 mm

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es válido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

3. Fecha y lugar de calibración
- Fecha de calibración : 2019-06-25  
 Lugar de calibración : Laboratorio de Presión de SAT S.A.C.

SAT S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

4. Metodo de calibración :
- La calibración se realizó por comparación directa según el ME-003 "Procedimiento para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuómetros" Edición digital 1 - CEM de España.

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

5. Trazabilidad :
- Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).  
 Se utilizó el siguiente patrón con su respectivo certificado de calibración.

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
LP-MAND-04	Manovacuómetro de indicación digital con incertidumbre (U) de 0,001 psi	LFP-239-2018 / INACAL - DM

6. Condiciones ambientales :
- Temperatura ambiental Inicial : 20,9 °C Final : 21,1 °C  
 Humedad relativa Inicial : 59 % Final : 63 %  
 Presión atmosférica Inicial : 1004 mbar Final : 1004 mbar

Fecha de emisión : 2019-06-25



MANUEL F. MEZA GALINDO  
Jefe de Laboratorio de Presión (e)



Ing. YANET MALDONADO PANEZ  
Jefe de División de Metrología

F: DM-Q8/4a / F: 06/19/2019



7. Resultados de medición :

Indicación del instrumento patrón	Indicación del instrumento a calibrar	Corrección
in Hg	in Hg	in Hg
0.0	0.0	0.0
-5.1	-5.0	-0.1
-10.0	-10.0	0.0
-15.0	-15.0	0.0
-20.3	-20.0	-0.3
-25.4	-25.0	-0.4
-28.3	-28.0	-0.3

Máxima incertidumbre encontrada U(k=2) 0.2 in Hg

Indicación del instrumento patrón	Indicación del instrumento a calibrar	Corrección
kPa	kPa	kPa
0.0	0.0	0.0
-17.3	-16.9	-0.4
-33.9	-33.9	0.0
-50.8	-50.8	0.0
-68.7	-67.7	-1.0
-86.0	-84.7	-1.3
-95.8	-94.8	-1.0

Máxima incertidumbre encontrada U(k=2) 0.7 kPa

El Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP), utiliza el Pascal o sus múltiplos ( kPa ) y submúltiplos como unidad de medida de presión.

8. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación: CALIBRADO.
- No se realizó ningún ajuste al instrumento antes de su calibración, el instrumento es sellado.
- La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre de medición estándar combinada por el factor de cobertura  $k = 2$ , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95.45%.
- Para una mejor aproximación de la lectura, durante la calibración, la resolución del instrumento se subdividió en 5 partes.
- El vacuómetro de indicación digital de -30 in Hg a 0 in Hg corresponde a una clase de exactitud de 2 % con un error máximo permitido de  $\pm 0.6$  in Hg.
- El instrumento presenta glicerina como líquido amortiguador.

(\*) Dato a solicitud del cliente.

(\*\*) La identificación fue asignado por SAT S.A.C. y se ha colocado en una etiqueta adherida al instrumento.

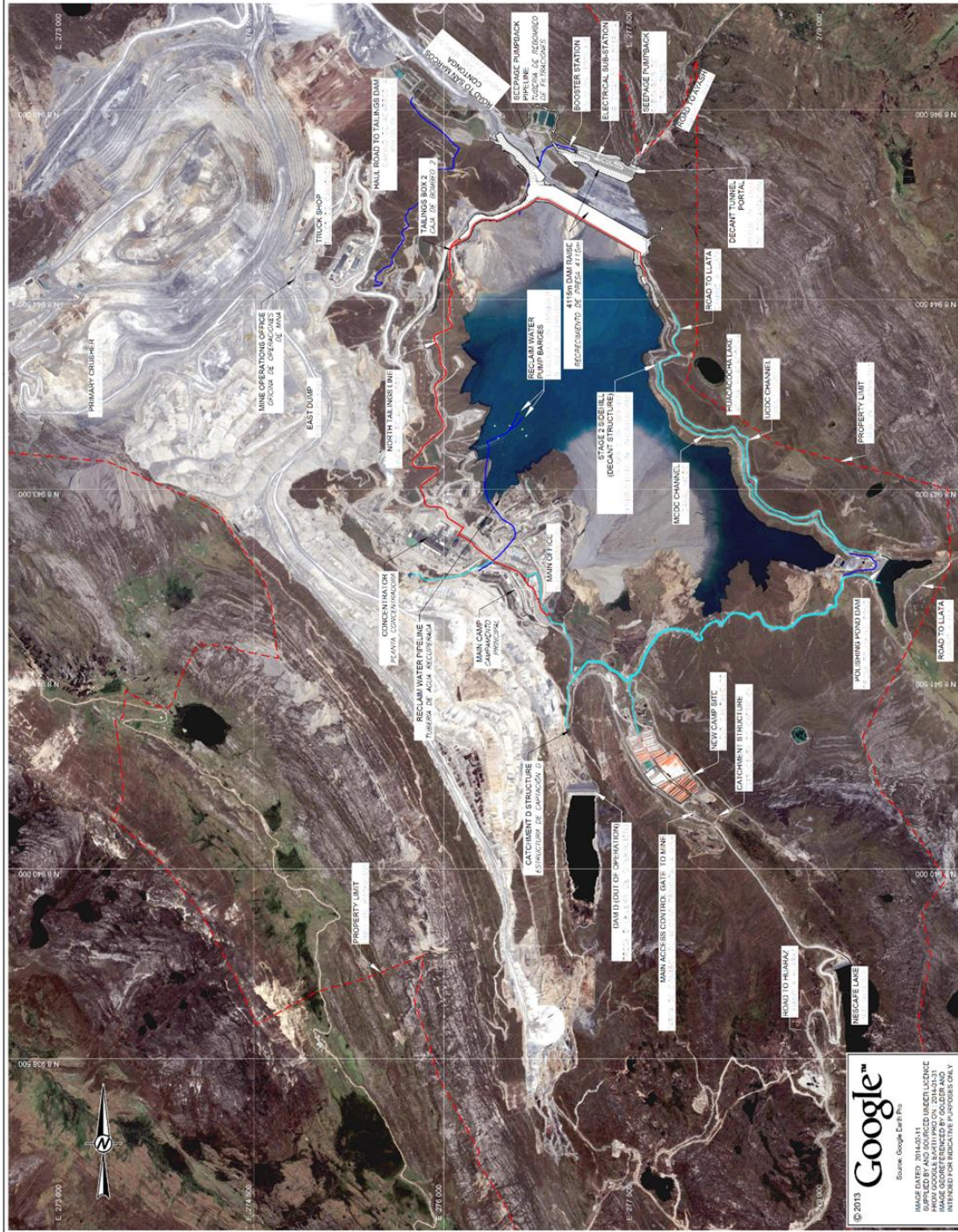


F-DM-08/02a / Febrero 2019

## **Anexo 8. Planos**







© 2013 Google™  
 Source: Google Earth Pro  
 IMAGE DATED: 2014/02/11  
 SUPPLIED BY AND SOURCED UNDER LICENSE  
 FROM GOOGLE EARTH PRO. ALL RIGHTS RESERVED.  
 IMAGE GEOREFERENCED BY GOLDFER AND  
 INTENDED FOR INDICATIVE PURPOSES ONLY

LEGEND / LEXICÓN

---	ANTAMINA TAILINGS DAM ANTAMINA TALLINGS DAM
---	TAILINGS PIPELINE TUBERÍA DE RELINOS
---	ROAD CAMINO
---	WATER PIPELINE TUBERÍA DE AGUA
---	DIVERSION CHANNEL CANAL DE DESVIACIÓN

**COMPANIA MINERA ANTAMINA S.A.**  
**GERENCIA DE INGENIERIA Y PROTECTOS**

**ACCION INDICADA POR ANTAMINA:**

- 1 ASERIAN COMENTARIOS EN EL SIGUIENTE REVISION
- 2 INCORPORAR LOS CAMBIOS EN EL SIGUIENTE REVISION
- 3 EMITIR EN REVISION FINAL
- 4 NO TENEMOS COMENTARIOS
- 5 FIRMADO PARA ESTUDIO / CONSTRUCCION

El permiso para continuar NO constituye aceptación o aprobación de los planos, especificaciones, condiciones de trabajo o cualquier otro aspecto del Proyecto. El Propietario es responsable de los cambios y de las disposiciones autorizadas.

REVISADO POR: [Signature] **FECHA:** 2013.12.01

REVISADO POR: [Signature] **FECHA:** 2013.12.01



**COMPANIA MINERA ANTAMINA S.A.**  
**HUARAZ, PERU**

**ANTAMINA TAILINGS DAM 4155 M CENTERLINE RAISE DETAILED ENGINEERING**  
**INGENIERIA DE DETALLE DEL RECONOCIMIENTO Y RECONSTRUCCION DEL TALLINGS DAM 4155 M DE**

**PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL TALLINGS DAM 4155 M DE**

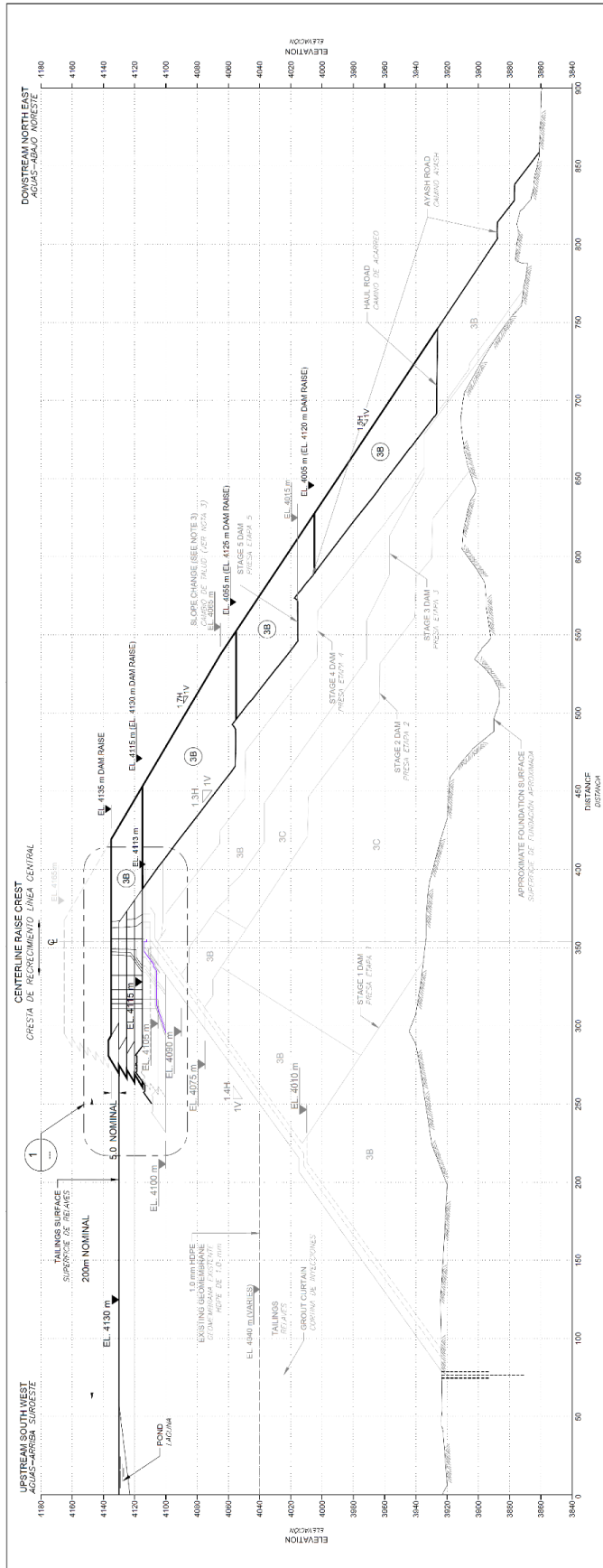
PROYECTO: MIE1814

FECHA: 2013.12.01

INDICADO: DWG 450-C-10133

REV	FECHA	DESCRIPCION	FECHA	REV	FECHA	DESCRIPCION	FECHA
0	2013-11-28	ISSUED FOR CONSTRUCTION					
B	2013-09-28	ISSUED FOR CLIENT REVIEW					
A	2013-01-11	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW					

PRECEDENTE	PRELIMINAR	PROYECTO	CONSTRUCCION	OPERACION	MANTENIMIENTO	REVISION	OTRO
VER	VER	VER	VER	VER	VER	VER	VER
REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV	REV
TILE	TILE	TILE	TILE	TILE	TILE	TILE	TILE
ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.	ESTRUC.
ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.	ELECTR.



**LEGEND / LEXEND**

	FILTER ZONE 3B
	TRANSITION ZONE 3A
	ROCKFILL ZONE 3B
	ASPHALT CONCRETE CORE
	CONCRETE CORE

**NOTES**

- SEE NOTES ON DRAWING SPEC. 1034.
- EXCAVATION AND FOUNDATION PREPARATION SHALL BE LIMITED IN THE FIELD TO SUIT ACTUAL CONDITIONS AND SHALL BE EXTENDED TO COMPETENT FOUNDATION AS DIRECTED BY THE RESPONSIBLE ENGINEER.
- DOWNSLOPE SHALL BE 1.5H:1V BELOW ELEVATION 4085 m AND 1.7H:1V TO ELEVATION 4185 m.

**NOTES**

- SEE NOTE ON EL. PUNO 406-C-10134.
- LA EXCAVACIÓN Y LA PREPARACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL TERRENO SE DEBE ADAPTAR A LAS CONDICIONES DEL TERRENO REAL EN EL CAMPO, COMO LO INDICARÁ EL INGENIERO RESPONSABLE.
- LA PENDIENTE DEBEN SER DE 1.5 H:1 V HASTA LA ELEVACIÓN 4085 m Y 1.7 H:1 V HASTA LA ELEVACIÓN 4185 m.

**COMPANIA MINERA ANTANIMA S.A.**

**INGENIERIA A PROYECTOS**

**ADON INDIAN FOR ANTANIMA**

**1) AUSENTE COMPLETADO**

**2) EN REVISION FINAL**

**3) EN REVISION FINAL**

**4) PREPARED FOR ESTUDIO CONSTRUCCION**

**REVISADO POR:**

FECHA	FORMA
-------	-------

**SECTION A-A'**  
SECCIÓN A-A'

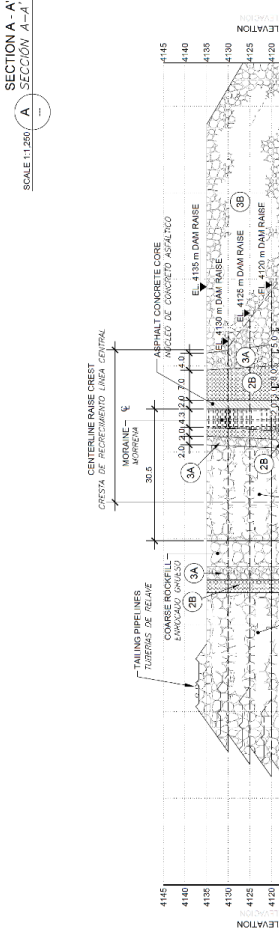
SCALE 1:1,250

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900

0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620 640 660 680 700 720 740 760 780 800 820 840 860 880 900

**NOT FOR CONSTRUCTION  
SUBJECT TO REVISION**



**COMPANIA MINERA ANTANIMA S.A.**  
HUARAZ, PERU

**ANTANIMA TAILINGS DAM 4135 m. CENTERLINE RAISE DETAILED ENGINEERING**

PROYECTO: TAILINGS DAM 4135 m. CENTERLINE RAISE DETAILED ENGINEERING

FECHA: 13/02/2019

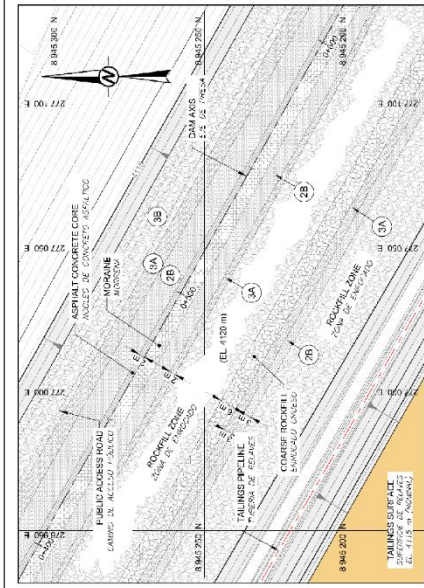
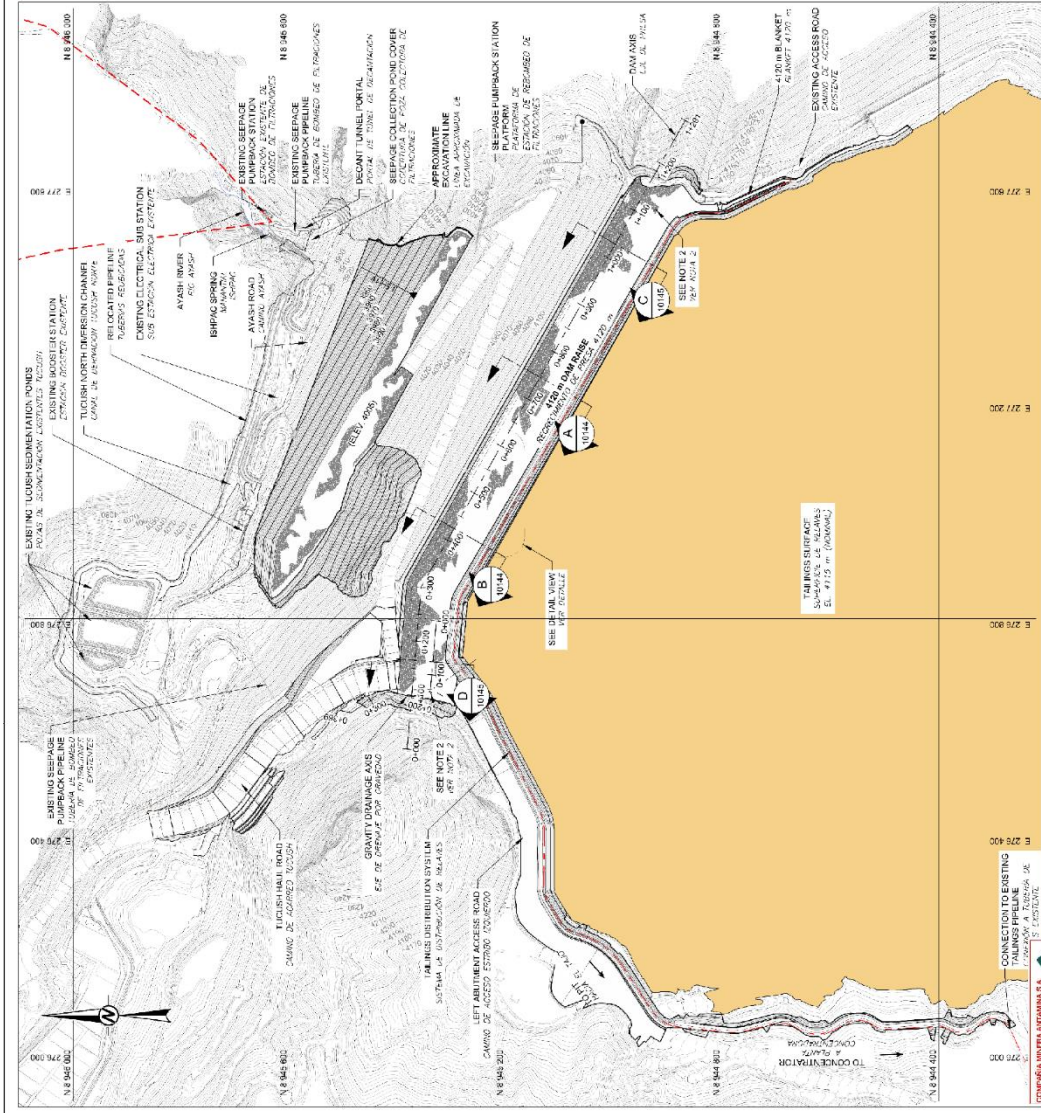
ETAPA: T.O.L

REVISADO POR: ING. JUAN CARLOS MATEO

INDICADO: DWG 430-C-10138

REVISIONES	NO.	FECHA	DESCRIPCION
A	2015-07-15	ISSUED FOR INTERNAL REVIEW	
B	2015-08-15	ISSUED FOR CLIENT REVIEW	

RECIBIDO POR:	RECIBIDO:
OTRO: N.Y.P.	FECHA INSTR.:
TECH:	MECANICA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	ONE:
INGENIERO EN PROYECTOS:	VER:
INGENIERO EN PROYECTOS:	REC:
INGENIERO EN PROYECTOS:	DISCUT. MAS:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:
INGENIERO EN PROYECTOS:	FECHA:



4120 m DETAIL VIEW  
DETALLE 4120 m  
SCALE 1:250

- LEGEND / LEYENDA**
- EXISTING CHOUND TOPOGRAPHY: TOPOGRAFIA DEL TERRENO EXISTENTE
  - PROPOSED TOPOGRAPHY: TOPOGRAFIA PROYECTADA
  - PILE ZONE 18: TRANSFERIDA ZONA 18
  - TRANSFER ZONE 18: ZONA DE TRANSFERENCIA
  - ROCKFILL ZONE 18: ZONA DE EMPACADO / ZONA 18
  - EXISTING ROADS: CARRETERAS EXISTENTES
  - ASPHALT CONCRETE CORE: ANILLO DE CONCRETO ASPALTADO
  - MORANE: MORANES
  - PUBLIC ACCESS ROAD: CARRETERA DE ACCESO PUBLICO
  - ANTMINA PROPERTY LIMIT: LÍNEA DE PROPIEDAD DE ANTIMINA
  - VEGETATION: VEGETACION
  - EXISTING CONCRETE CORE: ANILLO DE CONCRETO EXISTENTE

**NOTES**

- SEE NOTES ON DRAWING 430-10131.
- PUMPING DRAINAGE SYSTEM.
- CONCRETE PILE POINTS ARE SHOWN ON DRAWING 430-10134.

**REFERENCE**

- BASE SURVEY WAS PROVIDED BY COMPANIA MINERA ANTIMINA (1978 PERMIT DATA).

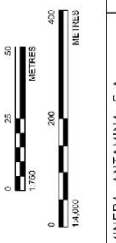
**REFERENCES**

- LA INFORMACION BASICA DE PROYECTO PARA COMPANIA MINERA ANTIMINA (ANTIMINA REFERENCIAL 2014)

**NOTES**

- VER NOTAS EN EL PLANO 430-10134.
- SISTEMA DE DRENADO PARA BOMBEO.
- 120 PUNTOS DE CONCRETO DE LAS PILAS SE MUESTRAN EN EL PLANO 430-C-10134.

**PRELIMINARY  
NOT FOR CONSTRUCTION  
SUBJECT TO REVISION**



PLAN VIEW  
PLANTA  
SCALE 1:600

**COMPANIA MINERA ANTIMINA S.A.**  
HUARAZ, PERU

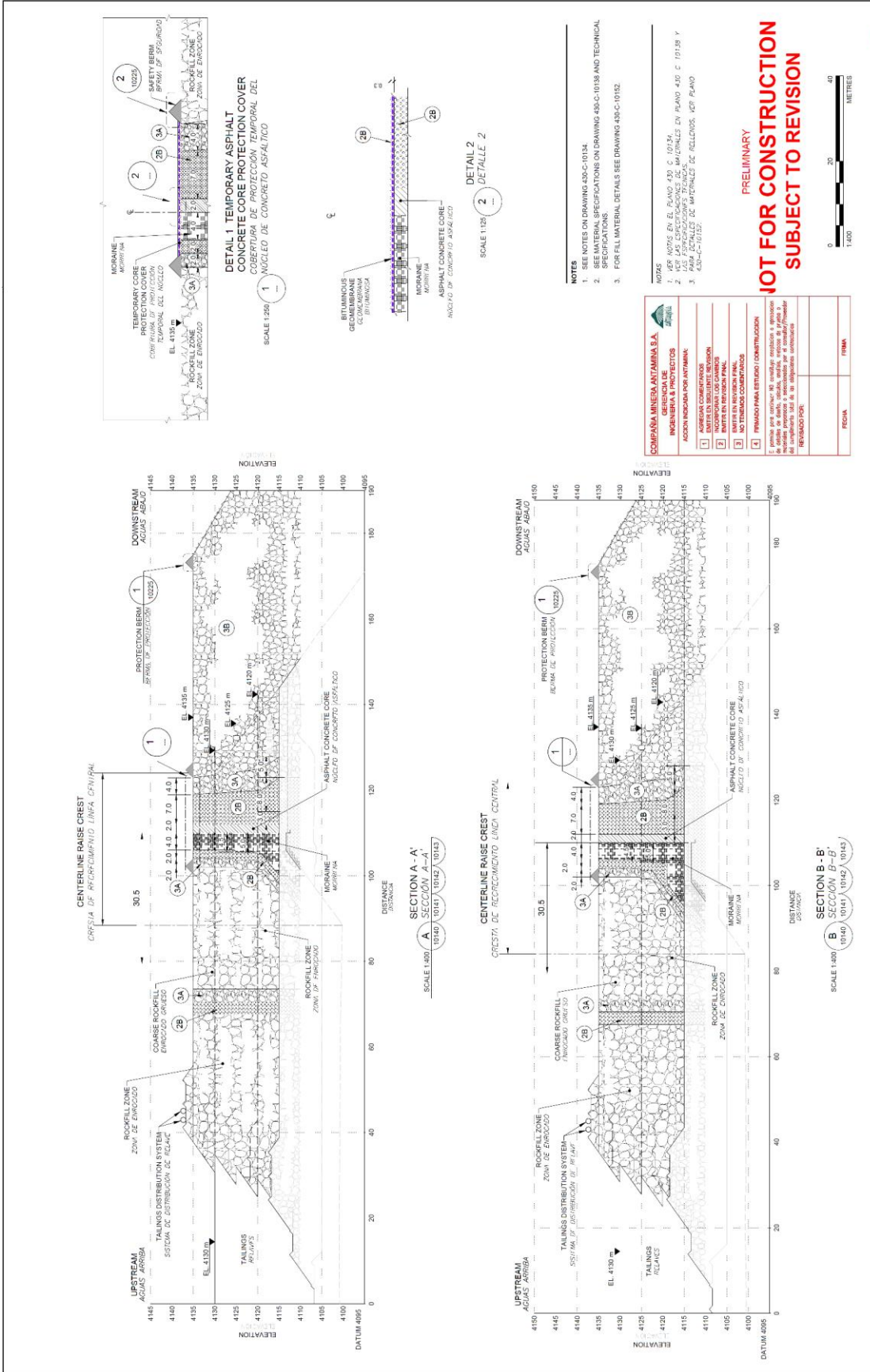
**PROYECTO: ANTIMINA TALINCS DAM 41.2 m CENTRELINE RAISE DETAILED ENGINEERING**  
INFORMACION DE DETALLE DE PROYECTO PARA COMPANIA MINERA ANTIMINA  
PLANTA: PLAN DE CONCRETO PARA LAS PILAS  
REFERENCIAL: REFERENCIAL V. 2.0010134  
INDICADO: DWG 430-C-10140

**COMPAÑIA ASOCIADOS**

PROYECTO: 223  
TEMPORAL: 1/7  
NÚMERO: 102-4  
PROYECTO: 102-4  
PROYECTO: 102-4  
PROYECTO: 102-4

REV	FECH	USO	REVISIONES	FECH	PROY
1	01/19/2014	ISSUE FOR INTERNAL REVIEW			
2	01/20/2014	ISSUE FOR INTERNAL REVIEW			

1. APROBADO PARA CONSTRUCCION  
2. PARA CONSTRUCCION  
3. PARA CONSTRUCCION  
4. PARA CONSTRUCCION



<b>COMPANIA MINERA ANTIMANA S.A.</b> ILLUARAZ, PIURU		<b>COMPANIA MINERA ANTIMANA S.A.</b> ILLUARAZ, PIURU	
PROYECTO: ANTIMANA TAILINGS DAM 4135 m CENTERLINE RAISE DETAILED ENGINEERING PLANS	DESCRIPCION DE LA OBRA: 4135 m DAM RAISE - SECTIONS A - A' AND B - B'	PLANOS: 13426	FOLIOS: 104
AUTORIZADO POR: J. J. MORALES	INGENIERIA Y PROYECTOS: INDICADO	DISEÑADO POR: J. J. MORALES	VERIFICADO POR: M. E. B.
FECHA: FEBRERO 2024	ESCALA: 1:400	DISEÑADO POR: J. J. MORALES	VERIFICADO POR: M. E. B.
NOTAS: 1. VER NOTAS EN EL PLANO 430 C 10134. 2. VER LAS ESPECIFICACIONES DE MATERIALES EN PLANO 430 C 10138 Y 430-C-10132. 3. PARA ESCALAS DE MATERIALES DE RELLENOS, VER PLANO 430-C-10132.		PRELIMINARY <b>NOT FOR CONSTRUCTION</b> <b>SUBJECT TO REVISION</b>	